



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Fig. I

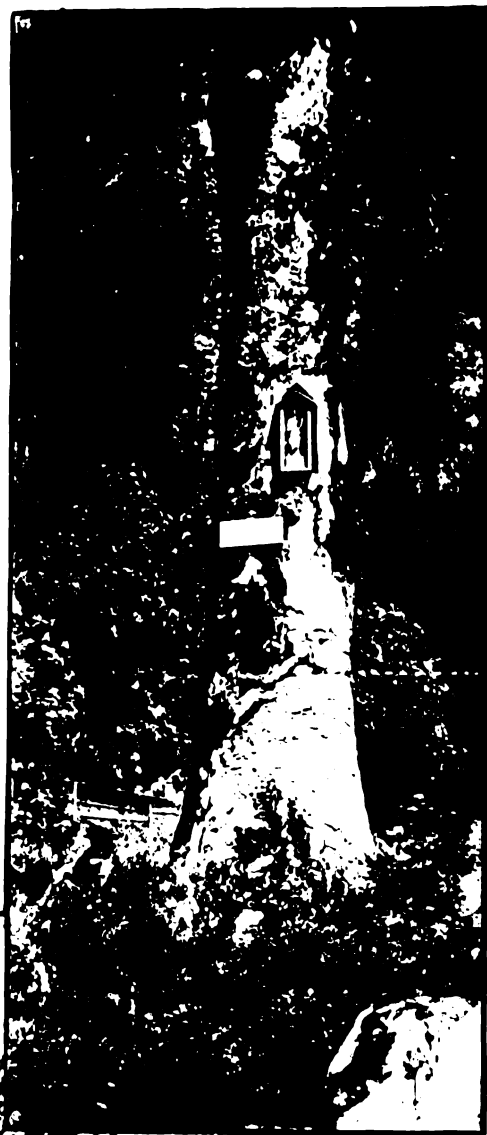


Fig. II

*Bulletin de la Société des
sciences de Nancy*

Société des sciences de Nancy

3 2044 106 416 787

44-5411-1
JUL 18, 1961-62
Harvard University



**FARLOW
REFERENCE LIBRARY
OF
CRYPTOGAMIC BOTANY**

BULLETIN DES SÉANCES
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BULLETIN DES SÉANCES
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série III. — Tome VII. — Fascicules I à III

7^e ANNÉE. — JANVIER-DÉCEMBRE 1906

BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}, ÉDITEURS

PARIS
5, RUE DES BEAUX-ARTS

NANCY
18, RUE DES GLACIS

1906

△
Farlow But Lake

Feb. 19, 1931
HARVARD UNIVERSITY
FARLOW REFERENCE LIBRARY
DeGrand fund

42

in

II 5714

1 - 1907

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

Pendant l'année 1906

	MM.
	GUNTZ.
	IMBEAUX.
	MILLOT.
	GRÉLOT.
	JOLY.
	BRUNOTTE.
	FLICHE.
	SCHLAGDENHAUFFEN.
	CHARPENTIER.

BUREAU	{	<i>Président,</i>
		<i>Vice-Président,</i>
		<i>Secrétaire général,</i>
		<i>Secrétaire général adjoint,</i>
		<i>Secrétaire annuel,</i>
		<i>Trésorier,</i>
Administrateurs	}	

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 31 décembre 1906

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ

1. D^r SCHLAGDENHAUFFEN *, directeur honoraire de l'École supérieure de pharmacie. 5 juillet 1859.
2. D^r GROSS *, doyen de la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
3. D^r BERNHEIM *, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
4. D^r FRIANT, professeur honoraire de la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.

VI BULLETIN DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

5. FLICHE *, correspondant de l'Institut, professeur honoraire de l'École forestière. 20 avril 1874.
6. LE MONNIER *, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
7. D^r CHARPENTIER *, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
8. GODFRIN, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 24 novembre 1879.
9. FLOQUET *, doyen de la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
10. ARTH *, professeur à la Faculté des sciences, directeur de l'Institut chimique. 19 janvier 1880.
11. DUMONT, docteur en droit, bibliothécaire en chef de la Bibliothèque universitaire. 16 janvier 1881.
12. VOLMERANGE *, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite. 15 mars 1881.
13. ANDRÉ, architecte. 1^{er} mars 1882.
14. BLONDLOT O *, correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
15. HENRY, professeur à l'École forestière. 1^{er} décembre 1882.
16. D^r VUILLEMIN, professeur à la Faculté de médecine. 1^{er} décembre 1882.
17. HASSE, professeur honoraire de l'École normale d'instituteurs. 1^{er} mars 1883.
18. MILLOT, ancien lieutenant de vaisseau, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 17 mai 1883.
19. A. DE METZ-NOBLAT *, homme de lettres. 3 juillet 1883.
20. KLOBB, profess. à l'École supér. de pharmacie. 15 février 1884.
21. BRUNOTTE, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 15 février 1884.
22. Abbé CHEVALIER, licencié ès sciences, ancien professeur à l'École Saint-Sigisbert. 1^{er} décembre 1884.
23. RISTON, docteur en droit. 16 janvier 1885.
24. BERTIN, rentier. 16 janvier 1885.
25. GUNTZ *, professeur à la Faculté des sciences. 16 janvier 1885.
26. D^r NICOLAS, professeur à la Faculté de médecine. 16 février 1887.
27. BOPPE O *, directeur honoraire de l'École forestière. 1^{er} mars 1887.
28. MONAL, pharmacien, ancien chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1887.
29. MER, ancien inspecteur des forêts. 16 mai 1887.
30. D^r KNOEPFLER, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 20 février 1888.
31. Abbé HARMAND, ancien professeur au Collège de la Malgrange. 16 juin 1888.
32. WÖELFLIN, ancien capitaine du génie. 14 janvier 1889.
33. DE SCHAUBENBOURG, avocat à la Cour d'appel. 14 janvier 1889.

34. MULLER, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
35. GUYOT, maître de conférences à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
36. MINGUIN, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
37. DOREZ, pharmacien de 1^{re} classe. 3 février 1890.
38. IMBEAUX *, ingénieur en chef des ponts et chaussées, docteur en médecine. 1^{er} mai 1892.
39. NICKLÈS, professeur à la Faculté des sciences. 20 juillet 1893.
40. JOLYET, professeur à l'École forestière. 15 mars 1894.
41. GRÉLOT, professeur à l'École supér. de pharmacie. 1^{er} mars 1895.
42. NOËL, industriel à Liverdun. 16 mars 1896.
43. BEAUPRÉ (le comte J.), archéologue. 16 mars 1896.
44. MICHAUT *, ingénieur des ponts et chaussées. 1^{er} février 1897.
45. GUYOT *, dir. de l'École nat. des Eaux et Forêts. 16 janvier 1899.
46. MAIRE, docteur ès sciences, chef des travaux de botanique à la Faculté des sciences. 2 février 1899.
47. DE BOUVILLE, inspecteur adjoint, attaché à la Station d'expériences de l'École nationale des Eaux et Forêts. 1^{er} décembre 1899.
48. GRAND'EURY *, membre correspondant de l'Institut, professeur honoraire de l'École des mines de Saint-Étienne. 1^{er} février 1900.
49. Abbé BOULANGER, licencié ès lettres et en théologie, curé de Grippont. 1^{er} mars 1900.
50. MÉCHIN, licencié ès sciences physiques et naturelles, professeur au Lycée de Laval. 1^{er} mars 1900.
51. D^r MEYER, professeur à la Faculté de médecine. 1^{er} mars 1900.
52. CHEVALLIER, licencié ès sciences, chef des travaux de minéralogie à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1900.
53. Abbé URMÈS, licencié ès lettres et en histoire, directeur du Pensionnat Saint-Léopold. 1^{er} mars 1900.
54. FAVREL, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 1^{er} mai 1900.
55. GOURY, avocat, docteur en droit. 1^{er} juin 1900.
56. MATHIEU-MIEG, de Mulhouse. 2 février 1901.
57. GIRARDET, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 1^{er} mars 1901.
58. LOPPINET, ancien conservateur des Eaux et Forêts. 15 juin 1901.
59. MOLK, professeur à la Faculté des sciences. 2 décembre 1901.
60. JOLY, licencié ès sciences, chef des travaux de géologie à la Faculté des sciences. 15 mai 1902.
61. D^r GUÉRIN, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 15 janvier 1903.
62. BRUNTZ, docteur ès sciences, chargé d'un cours à l'École supérieure de pharmacie. 15 janvier 1903.

VIII BULLETIN DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

63. PAGEL, docteur de l'Université de Nancy. 15 janvier 1903.
64. RABISCHONG, docteur de l'Université de Nancy. 15 janvier 1903.
65. GEORGE, garde général des Eaux et Forêts, à Lunéville. 2 février 1903.
66. SCHMIDT, pharmacien à Saint-Dié. 16 février 1903.
67. CUIF, inspecteur adjoint, attaché à la station de recherches de l'École nationale des Eaux et Forêts. 1^{er} décembre 1903.
68. D^r PAQUY *, médecin-major de 1^{re} classe. M. A. 15 décembre 1899 ; M. T. 31 décembre 1904.
69. Abbé MANQUAT, licencié ès sciences naturelles, professeur au Pensionnat Saint-Léopold. 3 mars 1905.
70. PETITMENGIN, licencié ès sciences naturelles, préparateur à l'École supérieure de pharmacie. 15 mars 1905.
71. NOËL, ancien élève de l'École normale supérieure. 15 juin 1905.
72. GUTTON, professeur à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1906.
73. VOGT, professeur à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1906.
74. CARTAN, professeur à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1906.
75. ENGEL, préparateur à l'École supérieure de pharmacie. 1^{er} mars 1906.
76. NIEGER, géologue. 1^{er} décembre 1906.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

- DE GONNEVILLE *, chef d'escadrons de cavalerie. 15 juin 1905.
- GOUY DE BELLOCQ, ancien officier d'état-major. 1^{er} mars 1886.
- GRANDVAL, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Reims. 1^{er} mars 1904.
- LANG (B.), manufacturier à Nancy. 16 mars 1880.
- MARINGER O *, maire de Nancy. 1^{er} mars 1887.
- DE MONTJOIE, propriétaire à Villers-lès-Nancy. 2 mars 1888.
- REEB, pharmacien à Strasbourg. 1^{er} mars 1887.
- VIARD (le baron P.), archéologue, à Nancy. 2 juin 1899.

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

- D^r BAGNÉRIS, ancien professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy, à Reims. M. T. 15 janvier 1884 ; M. C. 14 janvier 1890.
- BARDY, pharmacien de 1^{re} classe, à Saint-Dié. 15 novembre 1880.
- BARTET, conservateur des forêts, à Alençon. M. T. 2 mars 1888 ; M. C. février 1892.

- BARTHÉLEMY, archéologue, à Paris. M. T. 16 janvier 1888; M. C. 1^{er} janvier 1894.
- BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse. 18 mai 1874.
- BRILLOUIN, maître de conférences à l'École normale supérieure.
M. T. 16 janvier 1881; M. C. 15 novembre 1882.
- D^r CHRISTIAN *, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton.
M. T. 22 janvier 1877.
- D^r COLLIGNON, médecin-major de 1^{re} classe. M. T. 9 juin 1879;
M. C. 15 novembre 1881.
- D^r ENGEL, professeur au Conservatoire des arts et métiers, à Paris.
M. T. 5 mai 1875.
- FIESSINGER, docteur en médecine à Oyonnax (Ain). 1^{er} décembre 1881.
- D^r GUILLEMIN O *, ancien directeur du service de santé du 20^e corps,
à Nancy. M. T. 1^{er} juillet 1887; M. C. 14 janvier 1889.
- GUIMARÃES (Rodolpho), officier du génie, à Lisbonne. 1^{er} février 1900.
- D^r HARO *, médecin principal en retraite, à Montpellier.
M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.
- D^r HERRGOTT *, professeur honoraire de la Faculté de médecine de
Nancy. M. A. 18 novembre 1878; M. C. 3 décembre 1900.
- HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Port-
bail (Manche). M. T. en 1877; M. C. 8 décembre 1879.
- KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.
- D^r KÖHLER, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.
M. T. 2 février 1880; M. C. 2 décembre 1889.
- MAILLARD, chef du laboratoire de chimie biologique à la Faculté de mé-
decine de Paris. M. T. 15 décembre 1899; M. C. 16 novembre 1903.
- MANGIN *, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 no-
vembre 1879; M. C. 15 novembre 1881.
- MUNTZ, ingénieur des chemins de fer de l'Est, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- PÉROT *, directeur du laboratoire d'essai au Conservatoire des arts et
métiers, à Paris. M. T. 1^{er} juin 1886; M. C. 15 mai 1889.
- POINCARÉ C *, membre de l'Institut, inspecteur général de l'Instruction
publique. 1^{er} juin 1891.
- REBER, pharmacien honoraire, à Genève. 1^{er} décembre 1899.
- ROEDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.
- THOUVENIN, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Be-
sançon. M. T. 1^{er} mars 1883; M. C. 15 décembre 1890.



PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

ANNÉE 1906

Séance du 16 janvier

Présidence de M. GODFRIN.

Renouvellement partiel du bureau. — Sont élus, pour l'année 1906 : vice-président, M. Imbeaux ; secrétaire annuel, M. Joly ; administrateur, M. le Dr Charpentier.

Compte rendu financier. — M. Brunotte, trésorier, expose la situation financière de la Société, qui se résume dans les chiffres suivants :

En caisse le 15 janvier 1905.	4 201 ^{fr} 70
Recettes en 1905.	2 561 35
Total.	<u>6 763^{fr} 05</u>
Dépenses en 1905, à déduire	1 980 60
En caisse le 15 janvier 1906.	<u>4 802^{fr} 45</u>

Les comptes sont approuvés à l'unanimité et des remerciements sont votés à M. Brunotte pour le zèle qu'il apporte dans la gestion des intérêts de la Société.

COMMUNICATION

M. DE BOUVILLE : *Sur les repeuplements en écrevisses* (1^{re} partie).
Sera continué.

Le Secrétaire annuel,
JOLY.

Séance du 1^{er} février

Présidence de M. GUNTZ.

Correspondance. — M. Imbeaux remercie la Société pour son élection aux fonctions de vice-président.

La Société a reçu de la Société royale des sciences de Bohême l'avis du décès de M. Karl Ritter von Koristka. — Des condoléances ont été exprimées par le secrétaire général.

M. le Recteur de l'Académie fait hommage d'un tiré à part du discours qu'il a prononcé à la séance solennelle de rentrée des facultés. — Remerciements.

COMMUNICATION

M. DE BOUVILLE : *Sur les repeuplements en écrevisses (fin).* Cette communication, qui paraîtra dans le Bulletin, donne l'espoir que les ruisseaux, sinon les rivières de France, pourront être repeuplés d'ici peu. M. Mer échange quelques remarques avec l'auteur.

Le Secrétaire annuel,
JOLY.

Séance du 15 février

Présidence de M. GUNTZ.

Distinction. — Au nom de la Société, M. le président félicite M. de Metz-Noblat, nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Demande d'échange. — Le journal hebdomadaire *le Progrès agricole et viticole* demande l'échange avec le Bulletin de la Société des sciences et envoie un numéro comme spécimen. La Société estime que ce journal ne répond pas aux questions scientifiques traitées habituellement dans ses réunions et qu'il n'y a pas lieu d'accorder l'échange.

Don d'ouvrages. — M. Grand'Eury fait hommage à la Société de deux notes : 1^o Sur les mutations de quelques plantes fossiles du terrain houiller; 2^o Sur les graines de *Sphenopteris*, sur l'attribution des *Codonospermum* et sur l'extrême variété des « graines de fougères ». (Extraits des *C. R. de l'Académie des sciences*, séances des 20 novembre 1905 et 2 janvier 1906.) — Remerciements.

Invitation. — L'Académie des sciences de Saint-Louis (États-Unis) invite la Société des sciences à prendre part au banquet commémoratif

du cinquantième anniversaire de sa fondation, qui aura lieu le 10 mars prochain. — Remerciments et félicitations. Chacun étant retenu par ses occupations professionnelles, aucun membre de la Société des sciences ne pourra se rendre à cette aimable invitation.

Proposition. — M. Vuillemin informe la Société que la Société mycologique de France a l'intention de prendre part à l'exposition universelle de Milan ; comme membre du bureau de la Société mycologique, il estime que les mycologues de Nancy devraient envoyer à cette exposition des échantillons, des livres et brochures, en se groupant autour de la Société des sciences de Nancy. Ce serait une occasion, dit-il, de faire ressortir l'importance de notre Société. Cette proposition reçoit un accueil favorable et sera mise à l'étude.

Présentation de nouveaux membres :

1° M. Vogt, professeur de mathématiques appliquées à l'Université de Nancy, directeur de l'Institut électrotechnique, présenté par MM. Arth et Guntz ;

2° M. Cartan, professeur de calcul différentiel et intégral à l'Université de Nancy, présenté par MM. Floquet et Guntz ;

3° M. Gutton, professeur de physique à l'Université de Nancy, présenté par MM. Arth et Guntz ;

4° M. Engel, pharmacien de 1^{re} classe, préparateur de matières médicales à l'École supérieure de pharmacie de l'Université de Nancy, présenté par MM. Klobb et Brunotte.

Les rapports verbaux et l'élection sont remis à la prochaine séance.

COMMUNICATIONS

M. le Dr PAGUY : *Sur la flore du vieux hêtre de Parigoutte.* Cette communication, qui a vivement intéressé MM. les forestiers, a provoqué un échange d'observations entre MM. Henry, Godfrin et Maire. — Paraîtra au Bulletin.

M. BRUNOTTE : *Sur une liane hermaphrodite de houblon, 2^e année d'observation* (1). Cette communication a été suivie d'une discussion intéressante à laquelle ont pris part de nombreux membres.

M. Brunotte fait aussi, de la part de M. BRUNTZ absent et qui désire prendre date, une communication préliminaire sur la *Découverte d'un organe globuligène chez les Stomatopodes*. M. Bruntz viendra développer sa communication *in-extenso* dans la prochaine séance.

Le Secrétaire annuel,

JOLY.

1. Voir *Bulletin de la Société des sciences*, 1904, p. 173.

Séance du 1^{er} mars

Présidence de M. GUNTZ.

Élections. — M. Brunotte expose les titres scientifiques de M. Engel, et M. Guntz ceux de MM. Vogt, Cartan et Gutton, présentés à la dernière séance. Puis on procède au vote. Les quatre candidats sont élus membres titulaires.

Hommage. — Par l'intermédiaire de M. Thoux, M. le capitaine Marx fait hommage à la Société de la collection autographiée des mémoires présentés à l'Institut par son père, notre regretté collègue, que nous avons eu le chagrin de perdre en 1903. Ces mémoires ont pour titre général : *L'Éther, principe universel des forces*. Ils traitent : 1^o de l'attraction universelle ; 2^o de l'électricité ; 3^o de la constitution moléculaire ; 4^o de la matière radioactive. — Touchée de cet hommage, la Société exprime à M. le capitaine Marx sa gratitude, ce dont voudra bien l'informer M. le secrétaire général.

COMMUNICATIONS

M. BRUNTZ développe la communication au sujet de laquelle il n'avait remis qu'une note préliminaire à la dernière séance. Il s'agit de la *Découverte d'organes globuligènes chez les Stomatopodes*.

M. PETITMENGIN : *Notes sur la flore de Lorraine*. Il annonce de plus la découverte, dans les Alpes du Mont-Viso, sur le versant italien du col de la Traversette et tout près de la frontière, de l'*Arabis nivalis* Guss., espèce regardée jusqu'ici comme endémique des Abruzzes. Le massif du Viso est considéré déjà depuis longtemps comme le centre de dispersion de l'*Isatis alpina* Vill., qu'on rencontre également dans les Abruzzes ; c'est donc une intéressante constatation au point de vue de la géographie botanique.

M. VUILLEMIN : *Sur une Mucorinée rare, récoltée par M. Maire dans les forêts du Taygète*. L'échantillon étudié a une double importance : 1^o au point de vue des associations d'espèces ; 2^o au point de vue description, car il a permis à M. Vuillemin de préciser les descriptions qui avaient été faites de cette espèce.

Le Secrétaire annuel,

JOLY.

Séance du 15 mars

Présidence de M. IMBEAUX.

Correspondance. — M. Engel remercie la Société de l'avoir élu membre titulaire.

Demande d'échange. — L'Université du Nouveau-Mexique demande l'échange des publications. — Accordé.

COMMUNICATIONS

M. BRUNOTTE : *Présentation de haricots vénéneux à acide prussique.*

M. MAIRE : *Sur les affinités des Microstroma.*

Le Secrétaire annuel,

JOLY.

Séance du 2 avril

Présidence de M. BOPPE.

Rien d'important à la correspondance.

COMMUNICATIONS

De la part de M. Mathieu MIEG, M. Fliche fait une communication relative à des *Dessins représentatifs sur os, de la station préhistorique de Sierentz (Haute-Alsace)*. De très belles photographies des os gravés circulent dans l'assemblée. Après les avoir considérées, MM. Vuillemin, Paquy et Goury proposent quelques explications au sujet des animaux représentés sur ces os. M. Fliche transmettra ces explications à M. Mieg, qui sera très heureux de les connaître.

M. NOËL expose ensuite les observations, les expériences et les lois à l'aide desquelles il obtient la *détermination du courant qui a amené les éléments d'un conglomérat*.

Le Secrétaire annuel,

JOLY.

N. B. — A cause des vacances de Pâques, il n'y a pas eu de séance le 15 avril.

Séance du 1^{er} mai

Présidence de M. LOPPINET.

Distinction. — M. le président exprime les félicitations de la Société à M. Arth, nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Nécrologie. — M. le président prononce l'éloge funèbre de MM. les D^{rs} Stœber et Hecht, décédés depuis la dernière séance.

Correspondance. — M. Clément Méhier, membre de la Société botanique suisse, domicilié à Affreville (Algérie), désire se mettre en relation avec les botanistes qui auraient besoin de renseignements scientifiques sur l'Algérie et offre de leur procurer des échantillons de la flore de l'Afrique du Nord. — Plusieurs membres de la Société prennent bonne note de cette information.

COMMUNICATION

M. MILLOT : *L'Été de la Saint-Martin à Nancy.* — Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. de Metz-Noblat, de Bouville et l'auteur.

Pour le Secrétaire annuel,
Noël.

Séance du 15 mai

Présidence de M. GUNTZ.

Mission. — M. le président annonce que, par arrêté du ministre de l'instruction publique, en date du 30 avril dernier, MM. Maire et Petitmengin ont été chargés conjointement d'une mission en Grèce et en Turquie, à l'effet d'y poursuivre des recherches de botanique.

COMMUNICATIONS

M. PETITMENGIN : *Rapport entre les Isatis alpina et Djurjuræ.*

M. HENRY : *Forêts et pluies.* Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. Wœlflin, Joly et Millot; l'auteur leur donne des détails complémentaires.

Le Secrétaire annuel,
Joly.

N. B. — A cause du congé de la Pentecôte, il n'y a pas eu de séance le 1^{er} juin.

Séance du 15 juin

Présidence de M. GUNTZ.

Correspondance. — M. le doyen Gross adresse ses remerciements à la Société pour la sympathie qu'elle lui a témoignée lors du décès de son beau-frère, M. le Dr Stœber, notre regretté collègue.

M. Vogt s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

L'Académie de Stanislas adresse à la Société le programme du concours pour le prix Dupeux, à décerner en 1907.

Don d'ouvrage. — M. Millot offre à la Société le Bulletin de la commission départementale de météorologie, année 1905. — Remerciements.

COMMUNICATIONS

M. GUNTZ : *Sur le sous-oxyde de baryum.* M. Klobb demande quelques renseignements complémentaires qui lui sont obligeamment fournis par l'auteur.

M. MAIRE : *Étude des champignons récoltés en Asie Mineure, 1904.* C'est la première partie d'un travail fait en commun par MM. René Maire et Marcel Petitmengin, intitulé : *Matériaux pour servir à l'étude de la flore et de la géographie botanique de l'Orient* (missions du ministère de l'instruction publique en 1904 et en 1905).

Pour le Secrétaire annuel,

PETITMENGIN.

Séance du 15 novembre

Présidence de M. GUNTZ.

Distinctions. — Depuis la dernière réunion, MM. Guntz et Charpentier ont été nommés chevaliers de la Légion d'honneur. — Félicitations.

Dons d'ouvrages. — *Note sur un gui de chêne et un gui de noisetier, trouvés dans la forêt communale de Pouilloux*, par M. Étienne de Chassignol ; *Sur la dissimulation de l'iode en présence de matières sucrées* et *Sur la falsification des pâtes dites boules de gomme*, par M. Grélot. — Remerciements.

Candidature. — MM. Henry et Nicklès présentent, comme membre titulaire, M. Nieger, géologue à Nancy. — Conformément au règlement, le rapport et l'élection auront lieu à la prochaine séance.

COMMUNICATION

M. HENRY : *La Forêt accumulatrice d'azote.*

Le Secrétaire annuel,
JOLY.

Séance du 1^{er} décembre

Présidence de M. GUNTZ.

Démission. — M. Thoux, inspecteur général des ponts et chaussées, ayant pris sa retraite et quitté Nancy, donne sa démission de membre titulaire.

Proposition d'échange. — M. Petitmengin propose à la Société de demander l'échange de son bulletin avec celui de la Société murithienne du Valais, à Sion (Suisse). — Adopté.

Élection. — Après le rapport verbal fait par M. Nicklès, on procède au vote ; M. Nieger est élu membre titulaire.

Protestation. — M. Goury informe la Société qu'une attaque inqualifiable a été dirigée contre l'un de nos confrères par M. Marcellin Boule, professeur au Muséum de Paris, dans la revue *L'Anthropologie*. Cette attaque ne tend à rien moins qu'à prétendre que les os sculptés et gravés trouvés par M. Mieg, publiés et décrits par lui dans le fascicule janvier-mars 1906 de la Société des sciences, sont l'œuvre d'un « fumiste », et que l'on reconnaît, rien qu'au simple aspect des figures, que les dessins tracés sur ces os ont été faits par des instruments métalliques et ne peuvent, par conséquent, être rapportés à l'âge auquel les attribue M. Mieg. M. Goury pense qu'il y a là une attaque très grave non seulement contre l'auteur, notre collègue, mais aussi contre la Société des sciences de Nancy ; il demande que la note de M. Boule soit communiquée à M. Mieg. — M. Fliche se charge très volontiers d'informer notre collègue de cet incident. Il fait remarquer du reste que M. Mieg a recueilli les objets en cause dans un terrain vierge où seuls, lui-même et un ouvrier à lui, travaillent aux fouilles. Il ne peut donc être fait de critique d'une telle nature à M. Mieg.

COMMUNICATIONS

M. NICKLÈS : *La zone à « Ammonites planorbis » dans la région de Vitrey (Haute-Saône).*

M. PETITMENGIN : *Nouveautés botaniques vosgiennes.* — Cette communication donne lieu à quelques observations de la part de MM. Fli-

che, Henry, Brunotte et Maire, mettant l'auteur en garde contre les essais d'acclimatation de plantes qui ont pu être faits par quelques botanistes, à diverses époques, sur les sommets des Vosges. D'autre part, il serait intéressant de connaître la nature du sol sur lequel vivent les plantes citées.

M. HENRY : *L'« Hylésine polygraphe », ses dégâts, moyens de destruction.*

Le Secrétaire annuel,
JOLY.

Séance du 15 décembre

Présidence de M. GUNTZ.

Échange. — La Murithienne, société valaisanne des sciences naturelles, accepte d'échanger son bulletin avec celui de la Société des sciences de Nancy.

Don d'auteur. — M. Grand'Eury fait hommage à la Société des sciences de Nancy notes extraites des *C. R. de l'Académie des sciences* : la première *Sur les graines et inflorescences des Callipteris*, la seconde *Sur les inflorescences des fougères à graines du culm et du terrai*.
Remerciements.

COMMUNICATIONS

M. GOURY : 1° *La Véritable Épée de Brennus*; 2° *De la préhistoire lithique dans l'Est de la France.*

Ces deux communications donnent lieu à un échange de vues entre l'auteur et MM. de Metz-Noblat, Henry, Fliche, Guntz.

Le Secrétaire annuel,
JOLY.

UN ORGANE GLOBULIGÈNE CHEZ LES STOMATOPODES

Note préliminaire par L. BRUNTZ⁽¹⁾

CHARGÉ DU COURS DE ZOOLOGIE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Dans le cours des vacances dernières, j'ai eu l'occasion, grâce à l'extrême obligeance de M. le professeur Hatschek et de M. Przibram, privat-docent à l'Université de Vienne, d'étudier au Vivarium (Prater), dans la magnifique installation de ce dernier, quelques détails concernant l'anatomie et la physiologie des Stomatopodes.

J'ai reçu directement de la station zoologique de Trieste une vingtaine d'exemplaires de grande taille de *Squilla mantis*, Rond., que j'ai pu facilement faire vivre pendant quelques jours dans les bacs des laboratoires, temps suffisant pour exécuter avec ces Crustacés quelques expériences concernant la phagocytose. De plus, je me suis attaché à la recherche d'un organe globuligène que j'ai été assez heureux de découvrir.

Jusqu'alors, chez les Crustacés, on ne connaissait d'organe globuligène que dans le groupe des Décapodes où M. Cuénot (1895-1905) a montré que ces formations lymphoïdes présentaient des rapports constants avec l'artère ophtalmique, l'entourant par exemple d'une gaine dans toute sa longueur ou bien ne formant qu'une petite glande compacte localisée à la partie antérieure de l'artère, ou bien encore, comme dans la majorité des cas, se dis-

1. Communication présentée à la Société des sciences le 15 février 1906, par M. Brunotte.

posant, toujours traversées par l'artère, en un lit étalé à la surface dorsale de l'estomac masticateur.

Chez les Stomatopodes (*Squilla mantis*) l'organe globuligène est constitué par une multitude de gros nodules renfermant un nombre variable d'éléments cellulaires, quelquefois même un très grand nombre. Les cellules qui les composent sont très serrées, à protoplasme dense et finement granuleux ne contenant jamais d'inclusion. La membrane, si elle existe, est excessivement mince et de ce fait les limites cellulaires sont difficilement perceptibles. Les cellules sont munies d'un noyau volumineux par rapport au corps cellulaire. Ces noyaux, très chromatiques, sont peu régulièrement sphériques, ou présentent une forme ovoïde plus ou moins allongée; ils sont quelquefois courbés en fer à cheval et possèdent souvent une forme trop irrégulière pour qu'on puisse la définir.

Les nodules globuligènes sont privés d'enveloppes spéciales, mais sont répartis dans un tissu conjonctif fibrillaire qui leur sert de support. Ce dernier tissu forme quelque chose d'analogue à des cases plus ou moins complètement fermées dans chacune desquelles se trouve un nodule. Mais souvent les parois de ces cases sont tellement minces et les nodules si nombreux que ceux-ci semblent se toucher et former un tissu compact.

Les nodules globuligènes sont abondamment répandus dans toute la longueur de la partie ventrale des trois derniers anneaux thoraciques ainsi que dans la même région de l'abdomen de la Squille. Ces nodules sont groupés autour, mais plus spécialement au-dessous de l'artère ventrale inférieure. Sur des préparations rendues transparentes, on constate que les nodules sont plus abondants au-dessous des ganglions nerveux, c'est-à-dire dans la partie centrale des anneaux. Des coupes transversales de cette région les montrent disposés en lits irréguliers s'étendant entre la chaîne nerveuse et l'épiderme cuticulaire inférieur.

Dans les régions intermédiaires entre deux anneaux, les nodules sont disposés en chapelet de chaque côté de l'artère ventrale, sauf cependant dans les trois derniers anneaux thoraciques où il existe encore de gros amas. C'est aussi dans ces trois anneaux que les nodules globuligènes s'étendent le plus latéralement jusque sous les cæcums hépatiques.

J'interprète l'organe que j'ai découvert comme un organe glo-

buligène, d'abord parce que j'y ai aperçu quelques mitoses, mais en trop petit nombre pour entraîner une conviction. Il est vrai que mes animaux ont été fixés après avoir supporté les inconvénients d'un long voyage et n'ayant pu être alimentés, ils se trouvaient donc dans de mauvaises conditions physiologiques (M. Cuénot rapporte que chez des écrevisses placées dans les meilleures conditions possibles, le taux des mitoses ne dépasse pas 3 %).

L'analogie de structure entre cet organe et l'organe globuligène des Décapodes, sa disposition autour d'une artère et sa répartition dans le grand sinus ventral sont des raisons qui militent en faveur du rôle globuligène que j'attribue aux lobules cellulaires. Deux bonnes raisons sont encore à invoquer : c'est d'abord l'analogie que présentent les cellules avec les jeunes globules sanguins, bien que ces derniers seuls cependant soient phagocytaires, et c'est enfin l'absence de globules sanguins, libres dans la cavité générale et en voie de division indirecte, fait qui me conduit à admettre la nécessité de l'existence d'un organe formateur de globules.

En terminant cette courte note préliminaire, j'adresse mes remerciements à MM. Hatschek et Przibram pour leur excellent accueil et l'amabilité avec laquelle ils ont mis tout le nécessaire : animaux, appareils et réactifs, à mon entière disposition.

(Travail du laboratoire d'histoire naturelle de l'École de pharmacie.)

FLORE

DU VIEUX HÊTRE DE PARIGOUTTE

Par le D^r PAQUY

Les touristes qui visitent la vallée de la Vologne et, plus particulièrement, les environs des lacs de Longemer et Retourner, ont été souvent frappés par la beauté des arbres et spécialement des hêtres qui poussent dans ces régions.

Il en était un parmi eux qui attirait surtout l'attention à cause de ses dimensions, rendues plus imposantes encore par sa situation au-dessus de la route et par une petite excavation placée à la naissance des premières branches, qui abritait une vieille statue en bois de la Vierge connue dans ces derniers temps, depuis que le tramway a rendu ces parages plus fréquentés, et reproduite par cartes postales, sous le nom de Vierge de Parigoutte. Ce hêtre, au dire des anciens du pays, devait bien avoir trois cents ans, il faisait autrefois partie d'une plantation qui avait été exploitée, et on avait conservé ce géant à cause de sa belle venue. Sa hauteur approximative était de 35 mètres (celle du clocher de Gérardmer); il avait 6 mètres de circonférence à la base mesurée à 1 mètre au-dessus du sol. Avant la construction du tramway de Retourner sur la rive droite des lacs et de la Vologne, et celle du chalet-ferme de Parigoutte, sur l'emplacement d'une vieille propriété des chanoinesses de Remiremont, ce hêtre était connu dans la colline, par les bûcherons habitant ces régions, sous le nom de hêtre Bèrèque, à cause de son voisinage d'une vieille maison ou baraque (en patois bèrèque) habitée par un aussi vieux

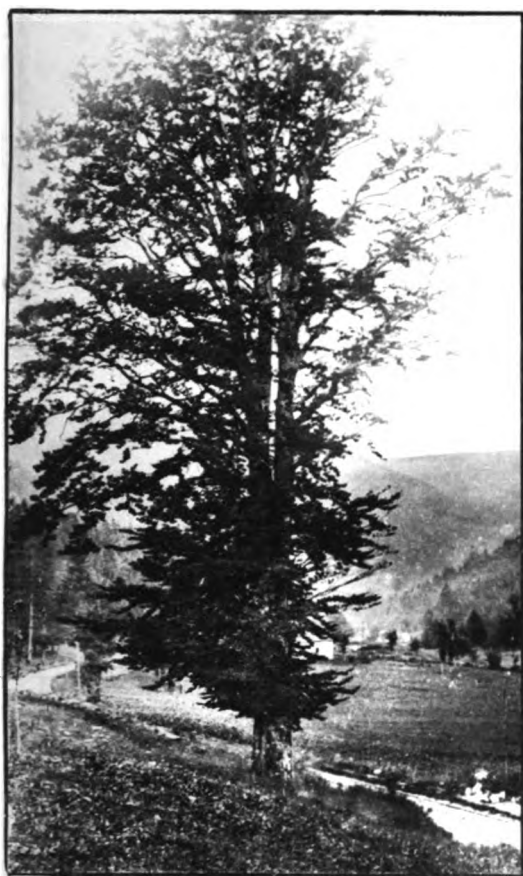


Fig. I



Fig. II



Fig. III

LE VIEUX HÊTRE DE PARIGOUTTE

ménage, les époux Martin-Gérard dits Bèrèque. A cette époque, ce gros arbre en parfait état de conservation possédait encore de grosses branches dont les frondaisons retombaient à quelques mètres du sol (fig. I).

Depuis plusieurs années, le tronc, à moitié pourri, présentait une vaste excavation orientée vers le sud-ouest, qui recevait l'eau des pluies, très fréquentes dans ces régions, et menaçait l'arbre d'une destruction prochaine. Celle-ci fut heureusement retardée grâce à l'obturation de la cavité par un massif de maçonnerie qui pendant un certain temps empêcha l'eau de pénétrer dans le tronc et lui servit de support (fig. II). Mais malgré ces travaux de préservation, une partie des branches supérieures étant frappées de mort, il devenait nécessaire il y a une dizaine d'années d'élaguer les branches inférieures (que l'on voit encore fig. I) pour donner plus de vitalité à l'arbre, qui, à partir de cette époque, présenta un tronc élancé de 10 mètres environ jusqu'aux premières ramifications (fig. II). En raison de sa situation isolée au bas de la colline de Parigoutte, ce gros hêtre, par les fortes bourrasques de l'ouest, était si violemment secoué que le sommet de l'arbre décrivait de fortes oscillations; la maçonnerie commençant à se fendre à 2 mètres du sol suivant une ligne horizontale au point F (fig. II), il ne pouvait plus longtemps résister aux assauts furieux du vent; en effet, durant l'hiver de 1904-1905, il fut renversé une nuit par une forte tempête, le tronc se cassant au-dessus du point F qui pendant si longtemps avait servi de pivot aux oscillations (fig. III). On put constater que ce vieil arbre ne possédait plus qu'un tiers de son bois conservant sa vitalité. L'arbre, qui avait été vendu à un marchand de bois, n'avait pas encore été débité, lorsque je vins au commencement de juillet 1905 à Parigoutte, pour y passer l'été comme je le fais chaque année; je pus donc facilement l'explorer et fus frappé par la quantité des végétaux presque tous cryptogamiques qui y avaient élu domicile.

J'ai pensé qu'il serait intéressant d'en dresser la liste et celle-ci aurait probablement été augmentée d'un certain nombre de phanérogames, si on avait pu examiner cet arbre sur pied aux différentes époques de l'année. Il est évident que les plantes supérieures, par suite de la chute de l'arbre, ne se trouvaient plus dans les mêmes conditions pour y pousser comme précédem-

ment; en outre, la saison à laquelle la récolte a été faite ne permettait plus d'y découvrir que des végétaux inférieurs.

PHANÉROGAMES (1)

Dans la fourche formée par les premières ramifications du tronc habitait un petit *Sorbus aucuparia* L. de 50 centimètres de hauteur, dont les radicules, formant un feutrage très épais, trouvaient avec de petites fougères dans cet espace rempli de débris de feuilles, de mousses et de végétaux divers, le sol et l'humidité suffisants à sa croissance. Il me fut très facile, en exerçant de légères tractions sur ce petit arbre, de l'enlever avec tout son chevelu et de le transplanter en un point de la propriété où il a très bien repris malgré les fortes chaleurs pendant lesquelles fut faite cette opération.

CRYPTOGAMES (66)

Fougères (1)

Asplenium trichomanes L.

Cette fougère très commune se trouvait en assez grande quantité en différents points de l'arbre, notamment aux ramifications près du *Sorbus* signalé ci-dessus.

Mousses (5)

Déterminées par M. l'abbé Vouaux, professeur au collège de la Malgrange.

Hypnum cupressiforme L., var. *uncinatum* N. Boul., entremêlé de *Mnium cuspidatum* Hedw.

Isothecium sericeum Spruce.

Leucodon sciuroides Schwægr.

Pterogynandrum filiforme Hedw.

Champignons intérieurs (7)

Déterminations dues à M. Maire, préparateur de botanique à la Faculté des sciences de Nancy.

Pyrénomycètes

Nectria ditissima Tul. Carp. III, 73, tab. 13, fig. 1-4.

Teichospora traticola Fuck. *Symb. myc.*, p. 161.

Eutypa flavovirescens Hoff. Tul. *Sel. Fung. Carp.* II, p. 57, t. VII, fig. 1-7.

Quaternaria Personi (débris). Tul. *Sel. Fung. Carp.* II, p. 104.

Ustilina vulgaris. Tul. *Sel. Fung. Carp.* II, p. 23, t. III, fig. 1-6.
Haplosporella (*Species*).

Myxomycètes

Physarum cinereum Pers., in Römer, *N. Mag. Bot.*, p. 89 (1794).

LICHENS (53)

C'est M. l'abbé Harmand qui a complété la détermination et la classification d'une grande partie de ces espèces.

Collema aggregatum (Ach.) Nyl., *Algér.*, p. 318.

Calicium parietinum Ach. Var. *minutellum* Ach., in *V. Ak. H.*, 1816, p. 260.

Usnea florida (L.) Hoffm., *Pl. lich.*, t. XXX, f. 2.

Alectoria jubata (L.) Ach., *L. U.*, p. 592.

Platysma glaucum (L.) Nyl., *Prodr.*, p. 49.

Le même, var. *fallax* (Web.) Schær., *enum.*, p. 13.

Ramalina farinacea (L.) Ach., *L. U.*, p. 606.

Ramalina fraxinea (L.) Ach., *L. U.*, p. 602.

Evernia prunastri (L.) Ach., *L. U.*, p. 442.

Evernia furfuracea (L.) Mann., *Lich. Boh.*, p. 105.

Le même, f. *scobicina* Ach., *L. U.*, p. 501.

Parmelia esaperata Ach., *Meth.*, p. 216.

Parmelia scortea Ach., *Meth.*, p. 215.

Parmelia cetrarioides Nyl., in *Fl.*, 1869, p. 290.

Parmelia saxatilis (L.) Fr., *L. E.*, p. 61 (fertile).

Parmelia sulcata Tayl. Mack., *Fl. hib.*, p. 145.

Parmelia exasperata (Ach.) Nyl., *Scand.*, p. 102.

Parmelia fuliginosa (Fr.) Nyl., in *Fl.*, 1868, p. 346.

Parmelia subaurifera Nyl., in *Fl.*, 1873, p. 22.

Parmelia physodes (L.) Ach., *L. U.*, p. 492.

Parmelia tabulosa (Schær.) Bitter *Parm. untergatt. Hypogymnia*, p. 206 (fertile).

Lobaria pulmonacea (Ach.) Nyl., in *Fl.*, 1887, p. 233.

Peltigera limbata Del. in *herb.*

Physcia parietina (L.) Nyl., *Prodrom.*, p. 60.

Physcia ciliaris (L.) D. C., *Fl. Fr.*, II, p. 395.

Physcia stellaris (L.) Nyl., *Prodrom.*, p. 307.

Physcia aipolia (Ehrh.) Nyl., in *Fl.*, 1870, p. 38.

Lecanora xanthostigma (Pers.) Nyl., *Lapp. or.*, p. 130.

Un commencement de thalle.

Lecanora sophodes Ach., *L. U.*, p. 37 a.

Abondant sur le vieux bois décortiqué, à la base du tronc. Quelques apothécies altérées ont les spores du *L. archæa* mais l'ensemble appartient au type du *L. sophodes*.

- Lecanora subfusca* (L.) Ach., *L. U.*, p. 393.
 Le même, var. *glabrata* Ach., *L. U.*, p. 393.
Lecanora intumescens. Rehbent.
Lecanora angulosa (Schreb.) Ach., *L. U.*, p. 364.
Lecanora effusa (Pers.) Ach., *L. U.*, p. 386.
Lecanora Hageni Ach., *L. U.*, p. 367.
Lecanora Sambuci (Pers.) Nyl., *Scand.*, p. 168.
Lecanora atra (Huds.) Ach., *L. U.*, p. 344, escl. var.
Lecanora subtartarea Nyl., *Pyr. Or.*, p. 21, nota.
Pertusaria communis D. C., *Fl. Fr.*, II, p. 320.
Pertusaria coccodes (Ach.) Nyl., *Scand.*, p. 178.
Pertusaria scutellata Hue, *Lich. env. de Par.*, p. 179.
Pertusaria amara (Ach.) Nyl., in *Fl.*, 1873, p. 22.
Pertusaria coronata (Ach.) Nyl., in *Bull. soc. bot.*, 1881, p. xcvi.
Phlyctis agelæa (Ach.) Körb., *Syst.*, p. 391.
Lecidea interserta Nyl., in *Fl.*, 1867, p. 177.

Cette espèce, nouvelle pour la Lorraine, n'avait été signalée jusqu'alors que dans l'Ouest à Balleroy (Calvados) et à Dangy (Manche), sur des chênes; elle se distingue surtout par ses apothécies souvent munies d'un faux bord thallin crénelé et par ses spores, au nombre de 16-48 dans chaque thèque, longues de 0,042-66 et larges de 0,003-4 μ . Elle a été aussi recueillie en 1902 à Retournemer, non loin de Parigoutte, et en 1903, dans la forêt de Tanières, près de Cheniménil (Vosges), toujours sur des hêtres.

(Note de l'abbé Harmand.)

- Lecidea parasema* Ach., *Syn.*, p. 17 pr. p.
Lecidea myriocarpa (D. C.) Nyl., *Scand.*, p. 237.
Lecidea oxyspora (Tul.) Nyl., *Prodr.*, p. 145.

Parasite sur le *Parmelia exasperata*.

- Xylographa parallela* Fr., *S. M.*, 2, p. 197.
Graphis scripta Ach., *L. U.*, p. 265.
Arthonia astroidea Ach., *Syn.*, p. 6.
Verrucaria epidermidis Ach., *Syn.*, p. 89.
Thelopsis rubella Nyl., *Herb. lich. Par.*, n° 98.

Cette espèce n'a pas été constatée à l'état normal, mais il est à peu près certain que c'est à elle principalement qu'on doit attribuer la mort du hêtre en question; c'est un méfait dont elle paraît être coutumière. Comme ses fruits nucléiformes se dégagent facilement de leur logette et finissent par tomber, on s'explique qu'on n'ait pu en retrouver un seul, l'arbre étant resté près de huit mois par terre depuis l'époque de sa chute et l'écorce en étant complètement desséchée au moment de la récolte des lichens.

En résumé, cet arbre donnait asile à soixante-sept végétaux.

En terminant cette notice, j'adresserai mes remerciements à M. L. Géhin, professeur à l'école primaire supérieure de Gérardmer, pour les renseignements locaux qu'il a eu l'amabilité de me procurer.

DESSINS REPRÉSENTATIFS SUR OS

DE LA

STATION PRÉHISTORIQUE DE SIERENTZ (HAUTE-ALSACE)

Par M. MATHIEU MIEG

Dans un travail actuellement en cours de publication dans les *Archiv für Anthropologie*⁽¹⁾, j'ai donné une courte description de la station néolithique découverte par moi à Sierentz en 1904. Des recherches et des fouilles exécutées depuis lors, principalement dans les derniers mois de 1905 et au commencement de l'année 1906, m'ont permis de faire des trouvailles nouvelles, assez importantes pour nécessiter une deuxième publication.

La tuilerie dans laquelle ont été faites ces découvertes se trouve environ à 1 kilomètre au sud du village de Sierentz ; l'argile qui sert pour la fabrication des briques est exploitée à environ 350 mètres à l'ouest de la tuilerie et de la route de Bâle.

La coupe ⁽²⁾, au front d'abatage, prise de haut en bas, est la suivante :

Lehm	3 mètres environ.
Loess gris normal à coquilles et concrétions calcaires	3 mètres.
Lehm argileux	0 ^m ,50 à 1 mètre environ.

1. *Sur deux stations néolithiques nouvelles découvertes aux environs de Kleinkems (Bade) et à Sierentz (Haute-Alsace)*, par M. Mathieu Mieg. — « Description du crâne néolithique de Kleinkems » par M. le professeur Dr J. KOLMANN (*Archiv für Anthropologie. Neue Folge*). [Traduct. française du titre de la note.]

2. Comparer cette coupe au profil XVI donné par le Dr Förster (*Geolog. Führer für die Umgebung von Mülhausen i. E.*, p. 275; *Mitth. der geol. Landesanst. für E. L.*, Band III, Heft IV, 1892).

Lehm brun argileux à grains de calcaire
spathique 3 mètres environ.

Lehm brun pétri de concrétions manga-
nésifères avec grains de calcaire spathique
et rares fragments de quartzites ⁽¹⁾. 0^m,25 environ.

Lehm brun argileux 1 mètre (visible).

Gravier (haute terrasse ^[2]).

C'est à environ 3 mètres de profondeur, à la limite du lehm et du lœss gris normal à coquilles, qu'a été rencontrée la station préhistorique.

Celle-ci, d'après mes dernières recherches, s'étend sur une longueur d'environ 5 mètres et se complète par une grotte taillée dans une pente de lœss gris (voir coupe, fig. 1) ^[3] vers

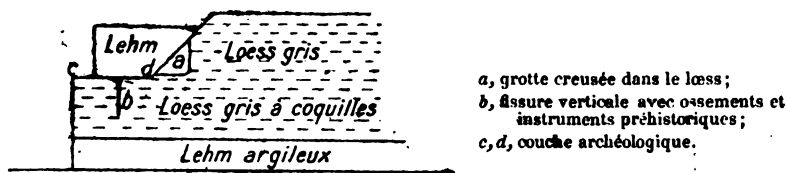


FIG. 1. — Coupe.

l'extrémité est de la station, à environ 0^m,60 au-dessus du niveau général du gisement préhistorique. Cette grotte, creusée de main d'homme sur une profondeur d'environ 2^m,50, avait une hauteur d'environ 1^m,90 et une largeur d'environ 3 mètres. Elle n'était pas dallée comme celle que j'ai rencontrée dans le lœss du canton Vollenburg (près de Kleinkems), mais dans son milieu se trouvait un gros bloc de calcaire compact, espèce de dalle d'environ 0^m,50 de côté, dont la surface présente un lit marneux avec intercalation de nodules calcaires en relief qui forment de curieux dessins et arabesques. Cette pierre, qui ne semble avoir

1. Les quartzites et les grès siliceux rappellent ceux que l'on trouve dans le diluvium ancien du Sundgau. Un fragment de porphyre à gros éléments accompagnait ces roches.

2. Le gravier des hautes terrasses est visible vers l'entrée du chemin de traverse d'Uffheim, à peu près en face du nouvel hôpital, au pied de la terrasse qui s'étend entre Sierentz et la tuilerie.

3. La pente de lœss gris dans laquelle a été creusée la grotte a été recouverte postérieurement par le lehm, en même temps que les bords de la terrasse de lœss sur laquelle sont venues s'établir les populations préhistoriques. Le chemin de traverse qui mène de la tuilerie de Sierentz au village d'Uffheim est creusé dans la terrasse de lœss qui, dans cette direction, atteint environ 15 mètres d'épaisseur.

servi ni comme foyer ni pour la fabrication des instruments en pierre ou en os, paraît avoir plutôt un caractère symbolique et avoir été amenée dans la grotte par les populations préhistoriques à cause de l'étrangeté des dessins de sa surface.

Le sol de la grotte était recouvert d'une croûte d'environ 0^m,20 à 0^m,25 d'épaisseur de lœss aggloméré par les eaux d'infiltration de la grotte. La couche archéologique charbonneuse qui se trouvait en dessous renfermait en majorité, comme dans le reste de la station, des silex taillés ou à l'état brut, des instruments en os, mélangés avec des ossements d'animaux, et quelques petits fragments de poteries.

Outre la grotte, les foyers principaux renfermant les objets préhistoriques ont été rencontrés sur un espace d'environ 2^m,50 de longueur à l'extrémité ouest de la station — gisement décrit dans ma première note — puis au même niveau, à environ 2 mètres plus à l'est, et surtout dans une fissure verticale qui s'enfonce sur une profondeur de 2^m,50 à travers le lœss gris normal à coquilles, à 0^m,60 au-dessous de l'entrée de la grotte. Les ossements et instruments préhistoriques provenant de la grotte, ou de ses alentours, ont été entraînés dans cette fente du lœss, large d'environ 0^m,01, et y ont pris un aspect noir charbonneux très caractéristique. C'est également au-dessous de la grotte, non loin de cette fissure verticale, qu'ont été rencontrés, mélangés aux silex et aux instruments préhistoriques, des ossements humains consistant en plusieurs fragments de radius et deux petits fragments de crâne.

Nous allons maintenant passer en revue la faunule de Sierentz, puis nous examinerons successivement les instruments en silex et en pierre polie, la poterie, les outils en os, enfin les gravures ou dessins représentatifs sur os qui forment la partie la plus nouvelle et la plus intéressante de ma découverte. Nous terminerons par quelques considérations sur l'âge de la station.

Faunule de Sierentz

Les ossements d'animaux déterminés par le D^r Stehlin⁽¹⁾ comprennent :

Cervus elaphus ordinaire. Fragments de canon postérieur droit.

1. Nous tenons à remercier ici M. le D^r Stehlin qui a bien voulu avoir l'obligeance d'étudier les ossements animaux de la station de Sierentz.

Sus. Fragment d'humérus droit, sujet subadulte. Indécis si sauvage ou domestique.

Rasores. Oiseau du groupe des Pulvérateurs, espèce probablement sauvage. *Tibia sin.*

La station de Sierentz a fourni en outre un certain nombre d'autres ossements d'animaux, dont deux fragments de bassin pouvant provenir de chèvre ou de mouton, quelques os longs de gros Ongulé, bœuf ou cheval, un fragment de fémur de Gallinacé, mais qui sont dans un état trop fragmentaire pour permettre une détermination plus précise.

Instruments en silex et en pierre polie

Les instruments en silex, de dimension variée, consistent en lames, couteaux, grattoirs, pointes, etc. (voir pl. II, fig. 4 et 8), taillés d'un seul côté. Outre ceux-ci, la station de Sierentz a également fourni une pointe de flèche, cinq scies en silex, avec dents nettement découpées et retouchées, dont deux ont été figurées dans mon précédent travail⁽¹⁾ et une autre représentée planche II, figure 6. Plusieurs nucleus se trouvaient parmi les nombreux débris de silex brut, principalement dans la grotte et dans les environs immédiats.

La matière première utilisée pour la fabrication des instruments en silex provient en grande majorité des nodules siliceux du rauracien supérieur. Ces silex, blancs ou zonés, ont été sans doute extraits du rauracien d'Istein ou de celui des environs de Ferrette et de Sondersdorf. On remarque aussi des silex de couleur brunâtre ou rouge foncé qui doivent leur coloration aux infiltrations ferrugineuses et se rencontrent à l'état désagrégré dans les argiles sidérolithiques d'Auggen, Schliengen, Liel, et de Kandern (grand-duché de Bade).

Deux cailloux roulés provenant du diluvium rhénan se trouvaient parmi les silex : un fragment de calcaire du lias avec une empreinte d'ammonite, un autre fragment de calcaire avec une perforation, qui ne semble pas faite de main d'homme, peut avoir servi de percuteur.

1. Voir ouvr. cité, pl. I, fig. 5 et 6.

Deux instruments en pierre taillée et polie et une amulette accompagnaient les silex.

Le premier, en schiste ardoisier, gris bleuâtre (pl. II, fig. 1), taillé et usé en lame, présente un côté tranchant et l'autre découpé en scie à dents à peu près égales et régulières. Le bas de l'instrument est en forme de biseau avec une échancrure profonde au milieu.

Le second instrument, en roche noirâtre, dioritique (pl. II, fig. 9), poli sur ses deux faces, est plat et très effilé en forme de poinçon, et percé dans le haut d'un trou d'environ 0^m,005 de diamètre qui permet de le suspendre. Ces deux outils, fabriqués avec des fragments roulés provenant du diluvium, ont chacun environ 0^m,14 de longueur.

Une amulette (pl. II, fig. 3), taillée et polie, faite d'un caillou de gravier diluvien, porte comme ornementation une gravure assez profonde paraissant devoir représenter l'extrémité d'un rameau.

Poteries

Les débris de poteries, très peu abondants, comprennent une dizaine de petits fragments provenant de deux vases de petite dimension. Ces poteries, absolument lisses, sont à grains assez grossiers, surtout pour l'un des vases.

Instruments en os

Les instruments en os, au nombre de huit, comprennent : 1^o un fragment d'humérus de Sus, — cochon ou sanglier, — taillé en biseau, incisé circulairement à la base — peut-être dans un but de suspension — et ayant servi de couteau ou de pointe ;

2^o Deux fragments d'os taillés en biseau, dont le plus petit représenté planche II, figure 7 (1), semblent avoir été utilisés comme couteaux ;

3^o Trois grands fragments d'os, taillés en pointe, dont l'un très aigu, doivent avoir été utilisés comme poinçons. L'un d'eux, représenté planche II, figure 5, porte comme ornement deux incisions transversales assez profondes ;

1. La station des grottes d'Istein, dans laquelle je n'avais jusqu'à présent rencontré que peu d'objets en os, vient de me fournir un instrument en os, taillé en biseau, qui rappelle beaucoup celui de Sierentz représenté planche II, figure 7.

4° Un ciseau à double tranchant, d'un fini remarquable, est orné vers le milieu d'une incision circulaire (pl. II, fig. 2);

5° Le dernier instrument est un racloir en os d'assez grande taille, malheureusement un peu détérioré.

Ces instruments paraissent avoir été fabriqués avec des os refendus provenant de grands animaux : cerf, bœuf ou cheval.

Gravures ou dessins représentatifs sur os

Les dessins représentatifs sur os sont au nombre de cinq : deux pièces ont été trouvées dans la grotte même, deux autres au-dessous, dans la fissure verticale, et la cinquième dans le voisinage de cette fissure. Ces os gravés, comme tous les autres instruments en os trouvés à Sierentz, portent des traces de feu ; les contours des dessins sont en général recouverts d'un enduit noir, charbonneux.

La pièce la plus travaillée (pl. I, fig. 3), taillée des deux côtés à arêtes vives en forme de couteau ou de grattoir, porte comme décoration deux fortes incisions transversales et à côté un dessin au trait, profondément gravé, représentant une chèvre⁽¹⁾ ou un bouquetin. L'animal, bien qu'assez primitif comme dessin, a une certaine allure et est représenté en pleine course.

La deuxième pièce (pl. I, fig. 4), également taillée des deux côtés en forme de couteau ou de grattoir, est décorée d'une tête de cerf, avec ses bois, assez profondément gravée.

La troisième pièce (pl. I, fig. 1), assez grossièrement travaillée en forme de couteau ou de grattoir, est ornée d'un dessin au trait qui paraît devoir représenter une tête de cheval avec sa crinière. A côté se trouve un petit dessin qui est peut-être une ébauche de bois de cerf.

La quatrième pièce (pl. I, fig. 2) est un fragment d'os refendu, effilé et arrondi vers son extrémité en forme de grattoir, portant le dessin d'un oiseau avec une huppe, qui, par sa forme générale et la disposition des rémiges de la queue semblant former panache, rappelle beaucoup la famille des hérons et plus encore celle des grues.

La cinquième pièce (pl. I, fig. 5), faite d'un fragment d'os long refendu, assez grossièrement travaillé, est ornée d'une figure d'oi-

1. Une mandibule gauche de chèvre ou de mouton, de forte taille, a été rencontrée dans la station néolithique que j'ai découverte au canton Wallis, près de Kleinkems.

seau à bec fort, à pointe légèrement recourbée qui, par sa forme générale, se rapporte à la famille des bécasses.

Les cinq gravures que nous venons de décrire ont été exécutées sur des os de grands animaux : cerf, bœuf ou cheval. On remarquera que, bien que facilement reconnaissables, les animaux représentés par les dessins ont été conçus d'une manière tout à fait primitive, à la façon des enfants qui se bornent à dessiner les contours au trait. Ces dessins rudimentaires, où la représentation des détails fait à peu près défaut, indiquent une décadence complète de l'art de la gravure sur os, dont l'apogée remonte à l'époque magdalénienne⁽¹⁾.

Il n'en est pas moins remarquable de retrouver à l'époque néolithique un restant de cet art que l'on croyait complètement perdu et dont on n'avait pas encore signalé de trace. Les travaux que je poursuis depuis plusieurs années⁽²⁾ prouvent que, dans la région alsatico-badoise qui s'étend entre Sierentz, Istein, Kleinkems, l'industrie préneolithique s'est développée d'une manière continue dans la période postglaciaire. Les stations des grottes d'Istein, celles des environs de Kleinkems — cantons Vollenburg⁽³⁾ et Kachelflue — par leur faune : cerf, chevreuil d'espèce spéciale (*Capreolus capreolus* var. cf. *pygargus*), et l'absence de tous les produits de l'industrie franchement néolithique, se rapportent à une période de transition entre le paléolithique et le néolithique qui correspond à l'étage Tourassien⁽⁴⁾.

La station de Sierentz, qui se place au commencement de l'époque néolithique, est postérieure à celles d'Istein et de Kleinkems,

1. On sait que la sculpture en ronde bosse (période glyptique de M. Piette) date de l'époque de Solutré.

2. « Note sur une station de l'époque paléolithique découverte à Istein (grand-duché de Bade) » [*Bull. Soc. des sciences de Nancy*, 1901]; « Sur l'âge de la faune de la station préhistorique d'Istein », par M. Mathieu MIEG et M. H. G. STEHLIN [*Bull. Soc. des sciences de Nancy*, 1903]; « Stations préhistoriques de Kleinkems (grand-duché de Bade) » [*Bull. Soc. des sciences de Nancy*, 1904].

3. La station de la cave dallée du canton de Vollenburg vient de me fournir un second exemplaire perforé de *Pectunculus violascens* Lam. de la Méditerranée, espèce qui se rencontre également dans la station de l'âge du renne de Veyrier, au Salève, près Genève. Les coquilles perforées ne se retrouvant plus dans les stations néolithiques, la station du canton Vollenburg doit donc être considérée comme étant à peu près du même âge que celle des grottes d'Istein.

4. Voir A. RUTOT, *Industries de la pierre à l'exclusion du néolithique*, 1903. *Projet de classification nouvelle des industries préhistoriques de la pierre* (tableau, p. 254). — G. STEINMANN, *Die paläolithische Rennlierstation von Munzingen am Tuniberge bei Freiburg i. Br.* (tableau, page 107).

mais elle se rattache encore par certaines particularités à cette période intermédiaire dont nous venons de parler. Si, d'un côté, on y voit apparaître quelques rares instruments qui rappellent ceux de l'âge de la pierre polie (pl. II, fig. 1 et 9), mais qui par leur forme en diffèrent complètement⁽¹⁾, d'un autre côté, l'industrie de l'os travaillé et particulièrement celle de l'os gravé et orné de figures représentatives, bien que très dégénérée à Sierentz, indique une survivance de cet art de la sculpture sur os qui s'est épanoui à l'époque magdalénienne et dont les stations de Schweizersbild et, surtout, celle de Kesslerloch (près de Thayngen), aux environs de Schaffhouse, nous ont fourni de si admirables spécimens.

Explication des planches

PLANCHE I

1. — Couteau ou grattoir avec gravure représentant une tête de cheval.
2. — Grattoir avec le dessin d'un oiseau de la famille des hérons ou des grues.
3. — Couteau ou grattoir, avec incisions transversales et gravure représentant une chèvre ou un bouquetin.
4. — Couteau ou grattoir avec gravure représentant une tête de cerf avec ses bois.
5. — Fragment d'os orné d'un dessin d'oiseau se rapportant à la famille des bécasses.

(Grandeur nature.)

PLANCHE II

1. — Scie en schiste ardoisier gris bleuâtre.
2. — Ciseau en os à double tranchant.
3. — Amulette en pierre ornée d'une gravure.
- 4 et 8. — Couteau et lame en silex.
5. — Poinçon en os orné d'incisions transversales.
6. — Scie en silex.
7. — Petit couteau en os.
8. — Instrument en roche noirâtre dioritique, effilé en forme de poinçon.

(Grandeur nature.)

1. Aucun instrument de ce genre n'existe dans la grande collection de haches polies du Sundgau du musée d'Altkirch, ni dans ma propre collection.



1



2



3



4



5



1



2



3



4



5



7



6



8



9

SUR
QUELQUES NOUVEAUTÉS
DE LA FLORE LORRAINE

Par M. PETITMENGIN

Encore la flore lorraine ! direz-vous peut-être (1). Mais il n'y a plus rien de nouveau à en dire. Depuis que des botanistes de la valeur des Godron, des Soyer-Willemet, des Suard, des Mougeot et d'autres ont, avec tant de perspicacité et de zèle, scruté les coins et les recoins de notre vieille Lorraine, que voulez-vous donc nous dire de plus ? Certes, il y a eu beaucoup de fait, je n'en ai jamais disconvenu, mais il reste encore beaucoup à faire. Deux exemples vous le prouveront.

Il y a quelques années, ayant eu l'occasion de passer plusieurs périodes de vacances à Viviers-sur-Chiers, près de Longuyon, dans le nord de notre département, je résolus d'étudier la florule des environs. A peine avais-je mis le pied dans ce nouveau domaine que je fus tout surpris de ce que j'y rencontrai.

A l'ombre de forêts superbes, où murmurent de nombreuses cascates, les espèces des régions de basses montagnes semblaient s'y être donné rendez-vous. *Aconitum lycoctonum* abonde avec *Scolopendrium officinarum*, à telle enseigne que souvent ces deux espèces forment le fond de la flore ; ajoutez à cela une végétation luxuriante d'*Epilobium spicatum* et de *Pyrola rotundifolia* et vous aurez l'image de ce recoin privilégié. Mais, à côté de

1. Voir à ce sujet mes articles sur la « Flore de Lorraine » in *Bull. Acad. internationale de géologie botanique*. Le Mans, nos 122 à 126, 127 et 148 (1900 à 1904).

ces espèces dominantes, que de choses intéressantes, le tout se pressant sur un espace très restreint.

Les sous-bois, les prairies avoisinantes, les rives de la Chiers et les bandes de prés qu'elle traverse entre Longuyon et Viviers recèlent des espèces intéressantes :

Alchemilla vulgaris, *Impatiens Noli tangere*, *Lathræa squamaria*, dans la forêt; *Cardamine amara*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Stellaria glauca*, *Menyanthes trifoliata*, puis de rares Fougères; *Aspidium lonchitis*, *Aspidium aculeatum* et *Spinulosum*.

Telle est, en quelques mots, l'énumération des espèces remarquables de ce pays, dont jusqu'ici le nom ne figurait même pas dans la *Flore de Lorraine*.

Une exploration attentive de certains rochers du Rossberg, montagne des Vosges, permet à l'un de nos meilleurs amis, M. Bonati, pharmacien à Conflans, homme de rare et solide érudition, de découvrir deux espèces inédites dans les fastes de la flore vosgienne, les *Draba aizoides* et *Hieracium Jacquini*, dont les stations les plus rapprochées sont la Côte-d'Or et le Jura. Ces nouveautés, fort intéressantes au point de vue de la dispersion des deux espèces précitées, furent revues par un botaniste de Colmar, M. E. Issler (« Glazialrelikte in den Vogesenflora », von E. Issler, in *Mitteil. der Philomat. Gesellsch. in Elsass-Lothr. Mülhausen*, 1904, p. 157).

Et pourtant les Vosges ont été depuis longtemps parcourues en tous sens par des botanistes de valeur; est-il besoin de rappeler les noms des Hermann, des Villars, des Mougeot, des Nestler, des Kirschleger, etc. ?

Voici donc deux faits, entre cent autres, qui montrent ce qu'il reste encore à faire. Si l'on jette un rapide coup d'œil sur la liste des communes de l'ancienne province de Lorraine, que de noms où jamais rien n'a été signalé, parce que nul n'en a scruté la flore ! Et pourtant l'étude de tel recoin perdu, loin de toutes voies de communications, réserve à celui qui en entreprendra l'étude bien des surprises, et les résultats obtenus ne seront pas sans modifier souvent certaines données de géographie botanique régionale.

Il y a plusieurs années, on avait essayé de faire appel aux prêtres et aux instituteurs de village, leur demandant simplement, à eux qui représentent les « intellectuels » de l'endroit, de récolter

tout ce qu'ils rencontreraient, de noter soigneusement les habitats, etc., et d'envoyer leurs récoltes à des comités de déterminations qui étudieraient avec soin ces précieux matériaux. L'appel a été vain, je ne sache pas qu'on y ait répondu.

Et ce que je viens de dire n'est-il pas l'écho de ce que demandait déjà, dans sa si remarquable Introduction à la *Flore de France* de l'abbé Coste, M. le professeur Flahault, de Montpellier, quand, faisant appel à toutes les bonnes volontés, même aux plus humbles, il disait :

« Il n'y a pas un pays de France dont la végétation nous soit assez connue, soit en elle-même, soit dans ses rapports avec les pays voisins » (*loc. cit.*, p. 51).

Oui, chers collègues lorrains, il nous reste à faire, beaucoup à faire encore, dans la circonscription florale que nous avons choisie. Et ce sera certes marcher sur les traces et dans l'esprit des maîtres qui nous ont précédés, que de continuer et d'étendre ainsi leurs recherches.

A l'œuvre donc, le loisir n'appartient qu'aux ingrats !

Dans les lignes qui suivent, n'ayant aucune prétention, je ferai simplement connaître quelques nouvelles stations lorraines. Ces localités inédites sont le fruit de mes herborisations et de celles de nos amis MM. l'abbé Squivet, professeur à la Malgrange, qui, avec une exquise amabilité, a bien voulu mettre à ma disposition ses découvertes, Jules Garnier et Paul Durenne. A eux tous, je suis heureux de pouvoir exprimer ici toute ma reconnaissance.

Anemone sylvestris L. — Pierre-la-Treiche, vers Biqueley (Meurthe-et-Moselle) [abbé Squivet].

Myosurus minimus L. — Trouvé en grande abondance à Lunéville (Ménil, vers Moncel) 1902, très rare en 1905. — Hériménil (Meurthe-et-Moselle) [abbé Squivet].

Diplotaxis viminea D. C. (*Lysimbrium vimineum* L.). — Vignes de Foug, où il est assez abondant (M. P. Breton et Garnier).

× **Roripa nasturtioides** × **Nasturtium sylvestre** R. Br. — Entre les parents : grèves de la Moselle, à Messein (Meurthe-et-Moselle).

Alyssum incanum L. — Très commun près de la gare de Jarville (Meurthe-et-Moselle) [abbé Squivet, 1905].

Lepidium majus Darr. (*Lepidium virginicum* Auct. Gall. non L. = *L. incisum* Willd. ?).

Cette plante, indiquée par E. Briard sur le bord de la Meurthe, à Malzéville, en 1882 et 1883 et où elle n'existe plus, se retrouve en abondance sur les amas de laitiers, en face des hauts fourneaux du Pont-Fleury. Elle y atteint des proportions parfois gigantesques : 0^m,50 à 0^m,60.

Je l'ai retrouvée cette année, au bord de la Moselle, à Messein (Meurthe-et-Moselle).

Lepidium virginicum L. — Nancy, place de la Croix-de-Bourgogne (G. Bonati, 1905).

Lepidium Draba L. — Très commun près de la gare de Jarville (abbé Squivet).

× **Viola mirabilis** × **permixta** Nob. — Entre les parents, dans le bois qui couronne le flanc droit du vallon du Chavenois, à Lay-Saint-Christophe.

Reseda Phyteuma L. — Quelques pieds à Boudonville, en face de Saint-Mansuy (abbé Squivet).

Dianthus superbus L. — Bois Sainte-Anne, à Mont-sur-Meurthe, où il se maintient (abbé Squivet).

Silene gallica L. — Très abondante en 1903 dans les champs de céréales à Blâmont, vers la ferme de la Caisse.

Spergula pentandra L. — Quelques pieds dans les grèves de la Moselle à Messein (1905) [abbé Squivet].

Cerastium quaternellum Fenzl. — Berges sablonneuses de la Meurthe, entre Lunéville et Moncel (1902-1905) [abbé Squivet].

Oxalis stricta L. — Blâmont, ruines du château (1905) [abbé Squivet].

Ulex europæus Sm. — Pelouses gramineuses à Vaucouleurs (Meuse) [MM. Guinier et Nob.].

Vicia lathyroides L. — Commune à Lunéville, en particulier dans les pelouses sablonneuses au bord de la Meurthe (abbé Squivet).

Trifolium pratense var. **brachyanthum** Rouy. — Talus du canal de la Marne au Rhin, en amont de Foug (Meurthe-et-Moselle) [R. Maire].

Potentilla inclinata Vill. — Cirey (Vosges) [abbé Squivet], non loin du château de Châtillon, mais quelques pieds seulement.

Cratægus monogyna Jacq. forma *Flore rosea*. — Vallon du Chavenois, à Lay-Saint-Christophe (Meurthe-et-Moselle).

Physocaulos nodosus Tsch. — Nancy, talus à la gare Saint-Georges (P. Durenne).

Heracleum stenophyllum Jord. — Prairies autour de Pagny-la-Blanche-Côte (Meuse).

Bifora dicocca Hoffm. — Cultures de la Malgrange (1905) [abbé Squivet].

Cette espèce, découverte par mon ami P. Durenne dans les moissons du Pain-de-Sucre, à Agincourt, et que j'ai depuis retrouvée en abondance dans les moissons de la ferme Saint-Jacques, à Nancy, a donc des velléités de s'introduire ici, car tous les ans les pieds en sont nombreux et se ressèment abondamment.

On la retrouvera sans doute encore dans d'autres localités, dans nos environs. (Voir *Monde des Plantes*, n° 30, p. 48.)

Valeriana sambucifolia Mik. (*V. excelsa* Poir.). — Commune aux environs de Nancy, au bord des ruisseaux, sur sol argilo-calcaire.

Valerianella coronata Lois. — Champs, luzernières : Nancy à Lay-Saint-Christophe; Foug (M. Breton).

Antennaria dioica Gærtn. — Pelouses gramineuses, sur le calcaire jurassique, dans le fond du vallon du Chavenois, à Lay-Saint-Christophe, à droite et à gauche de la nouvelle route de Faulx, ♀ et ♂.

La trouvaille de cette plante, jointe à l'existence déjà connue dans les mêmes localités des *Helianthemum Fumana*, *Anemone sylvestris*, *Carex Halleriana*, *Orobis niger*, *Primula acaulis* et $\times$ *Pr. variabilis*, milite en faveur de l'hypothèse géologique qui admet que le plateau de Malzéville a dû ne faire qu'un avec l'éperon calcaire qui domine Lay-Saint-Christophe. Les pentes du plateau de Malzéville recèlent aussi ces mêmes raretés de la flore lorraine.

Il y a deux ans, en effet, mon collègue M. Bussienne, étudiant en pharmacie, retrouvait sur les pentes de Flavémont regardant

Lay-Saint-Christophe l'*Antennaria dioica* signalé sur d'autres points du plateau par Soyer-Willemet en 1833.

Aster fragilis Willd. — Saussaies à Moulin (Moselle) [D^r Humbert, octobre 1867]; bords de la Meurthe, à Champigneulles (Briard, août 1884 [In Herb. Briard]).

L'*Aster leucanthemus* Desf., par moi signalé depuis plusieurs années déjà, se maintient à Clévent, dans les saussaies au bord de la Meurthe, où elle est toujours abondante et très florifère.

Aster Novi-Belgii L. (non *Ast. brumalis* Nées). — Bords du canal de la Marne au Rhin, à Nancy.

Boltonia glastifolia l'Hérit. — Talus de la Meurthe, non loin de la nouvelle fabrique de stéarine, sous Maxéville (automne 1905). Originaire de l'Amérique du Nord.

Matricaria discoidea D. C. — Gare de Pexonne (Meurthe-et-Moselle), 1905.

Artemisia Verlotorum Lamt.

Cette espèce, confondue pendant longtemps avec l'*Artemisia vulgaris*, quoique bien distincte, est assez fréquente aux environs de Nancy, entre autres au bord du canal de la Marne au Rhin, à Nancy. Se rencontrera sans doute ailleurs encore en Lorraine.

Centaurea paniculata Lam. — Abondant dans la gare de Moncel, avec le *Salvia verticillata* L. et le *Berteroa incana* D. C.

× *Hieracium pilosello* × *auricula* F. Schultz. = *H. Schultesii* F. Schultz. — Parmi les parents, autour des habitations de la chaume de Lusse (Vosges) au delà de la frontière, mais très près néanmoins.

Hieracium præaltum L. — Abondante dans les lieux pierreux et secs, sur le calcaire, aux alentours du fort de Frouard (Meurthe-et-Moselle). Côte entre Foug et Écrouves.

Samolus Valerandi L. — Trouvé par un de mes élèves entre Rozières et Vigneulles. « J'ai vu l'échantillon », ajoute l'abbé Squivet.

× *Primula flagellicaulis* Kern. = *Pr. superacaulis* × *officinalis* Auct. plur. — Parmi les parents. Malzéville à Pixérécourt, Lay-Saint-Christophe (Meurthe-et-Moselle).

Pyrola minor L. — Forêts de sapins, dans le vallon, sous la chaume de Lusse (Vosges).

Pyrola secunda L. — Assez répandu dans les forêts de sapins, entre Saint-Dié et la cascade des Molières (Vosges).

Bois de pins dans la propriété de M. le vicomte de Coëtlosquet, à Saint-Mansuy, 1900 à 1905 (abbé Squivet).

Cette *Pyrola*, indiquée d'abord comme rare en Lorraine⁽¹⁾, s'est répandue dans les plantations de pins et de sapins, dans les Vosges et aux environs de Nancy. Elle abonde par places dans les sapinières de Dommartemont, la nouvelle station découverte par M. l'abbé Squivet.

On a d'autres exemples d'introduction de *Pyrolacées*, même américaines, dans certaines plantations; c'est ainsi qu'aux environs de Paris, dans la forêt de Fontainebleau, mon cher et regretté ami feu L. Guignard découvrait en 1902 le *Chimaphila maculata* Pursh⁽²⁾. M. Jeanpert a également signalé, dans la forêt de Nemours, le *Chimaphila umbellata* Pursh. On a de même rencontré, dans les sapinières de Dommartemont, le *Pyrola minor* L., découvert là par E. Briard, et le *P. media* Sw., que j'y vis pour la première fois il y a trois ans. Ces deux dernières espèces n'y ont pas encore fleuri. Briard avait déjà observé ce fait dans des notes d'herborisation restées inédites.

Anchusa italica Retz. — Assez fréquente sur les voies ferrées aux environs de Toul.

Verbascum Blattaria L. — Toujours assez abondante, au bord de la Meurthe, sur les talus du pont de bateaux sous Clévent.

Utricularia vulgaris L. — Blâmont, étang des Pâtis (abbé Squivet).

Veronica Verna L. — Berges de la Meurthe entre Lunéville et Moncel (abbé Squivet).

Veronica persica Poir. — Champs sur l'alluvion siliceuse, à Liverdun (Meurthe-et-Moselle).

1. GODRON, *Fl. lorraine*, 3^e édit., vol. I, p. 91. KIRSCHLEGER, *Fl. d'Alsace*, I, p. 510; II, p. 409.

2. MOUILLEFARINE, « Le *Chimaphila maculata* Pursh, aux environs de Paris », in *Bull. Soc. Bot. France*, 1902, p. 281.

Assez fréquente. Abonde à la Malgrange et dans les cultures avoisinantes. Entre Lunéville et Chauffontaine (abbé Squivet).

Pedicularis palustris L. — Prairies humides au delà de Néviant, au bord de la voie ferrée.

Linaria cymbalaria Mill. — Très commune dans les ruines du château de Blâmont (abbé Squivet).

× **Linaria striato** × **vulgaris** Auct. plur. — Voie du chemin de fer de Mirecourt, près du passage à niveau de la Malgrange (abbé Squivet).

× **Lamium alsaticum** Auct. Austr.-Hongr. = *Lamium album* × *maculatum*.

Très rare, parmi les parents, à Malzéville au lieu dit « ChazEAU », où il fut découvert en mai 1905 par M. Schwarz.

Très reconnaissable de suite à ses fleurs d'un rose chair superbe. Présente des caractères intermédiaires entre les deux parents.

Cet hybride, obtenu expérimentalement au Jardin botanique de Vienne (Autriche-Hongrie), où on le cultive, sera sans doute rencontré encore dans d'autres localités où les parents croissent ensemble.

× **Lamium purpureum** × **amplexicaule** J. Briquet. — Étude des Labiées des Alpes-Maritimes = *L. hybridum* Will. = *L. incisum* Willd.

Hybride fixé qui se rencontre assez fréquemment aux environs de Malzéville, parfois seul, parfois *inter parentes*.

× **Stachys digenea** Malinvaud = **Stachys germanica** × **alpestris** Legué, in *Bull. Soc. Bot. France*, 1893.

Au milieu des parents, sur le Pain-de-Sucre, à Agincourt, où il est excessivement rare (1905). Deux seuls spécimens !

Salvia verticillata L. — Gares de Champigneulles, de Moncel, d'Audun-le-Roman (abbé Squivet).

× **Brunella intermedia** Link. = **Brunella laciniato** × **vulgaris** Stapf. J. Briquet. — Étude des Labiées des Alpes-Maritimes, partie II. Rare. Entre les parents, sur le plateau de Malzéville et dans les sapinières de Dommartemont (Meurthe-et-Moselle).

Lavandula spica L. — Subspontanée, se maintient et se pro-

page depuis plus de vingt ans sur le coteau de Vandœuvre, au bord du bois (abbé Squivet).

Plantago arenaria W. et K. — Très commun en 1901 dans les carrières de sable; entre Lunéville et Rehainviller (abbé Squivet) [1].

× *Rumex Weberi* Prahl. (*Pr. hydrolapathum* × *obtusifolium* Günhe). — Bords du canal, à Pompey, à Liverdun; bords de la Meurthe et de la Moselle, çà et là.

Euphorbia Lathyris L. — Décombres à Varangéville (Meurthe-et-Moselle).

Aristolochia clematitis L. — Bicqueley, dans les haies (abbé Squivet).

Gagea stenopetala Rehb. — Champs sablonneux au bord de la Moselle, à Messein (abbé Squivet).

× *Orchis Aschersoniana* Hskn. = *Orchis incarnata* × *lutifolia* Schulze = *Or. latifolia* var. *subincarnata* Schulze.

Inter parentes, dans les prairies tourbeuses de l'étang de la cartonnerie, à Champigneulles (Meurthe-et-Moselle).

× *Orchis Beyrichii* A. Kern. (*O. simia* var. *Beyrichii* Rehb. fil. = *Orchis militaris* [*galeata* Lam.] β *stenoloba* Döll = *Orchis galeata* × *simia* M. Schulze).

Lisière du bois, entre Liverdun et Pompey (1905); Toul, côtes de Foug et d'Écrouves.

× *Orchis hybrida* Bönningh. = *Orchis galeata* × *purpurea* = *O. fusca* β *stenoloba* Cass. et Gemn. = *O. fusca* γ *triangularis* Wirtg. = *O. Jacquini* Godron = *O. angusticuris* Franchet.

Assez abondant entre Toul et Écrouves; entre Écrouves et Foug. Devient très rare dans la localité classique : lisière du bois entre Pompey et Liverdun.

Orchis simia × *purpurea* Wed. = *Or. Weddellii* C. Richter. — Pelouses gramineuses entre Foug et Écrouves (Meurthe-et-Moselle).

× *Orchis Wilmsii* C. Richter (= *O. purpurea* × *mascula* Wilms.). — Entre Foug et Écrouves.

1. GODFRIN, « Note sur le *Plantago arenaria* W. et K. », in *Bull. Soc. Bot. France* et in *Bull. Soc. Sciences de Nancy*, 1905, p. 214.

Orchis viridis Sw. — Prairies humides : entre Tomblaine et Saulxures (G. Reutinger); derrière les nouvelles casernes de Nancy, au Montet (Henry).

Orchis ustulata. — Bréménil; prairies humides (1898); deux pieds isolés (abbé Squivet).

× **Anacamptis pyramidalis** × **Gymnadenia Conopea** Wilms. = **Gymnadenia Anacamptis** Wilms (in *Verh. d. naturhist. Ges. d. preuss. Rheinlande und Westfalens* XXV, Korr. Bl. S. 80).

Sapinières de Bouxières-aux-Dames ! (G. Petitmengin); Saint-Mihiel (Ch. Primot) ! (1905).

Ophrys hybrida Pokorny = *O. aranifera* × *muscifera*. — Pelouses gramineuses, à Maron (M^{me} Ganzinotty); Gibeauveix (Idem).

Ophrys arachnites, var. **platycheila** Rosb. — Pelouses de Maron (Meurthe-et-Moselle) [D^r Ganzinotty]; Bar-le-Duc (Garnier).

Var. **pseudapifera** Rosb. — Pelouses de Griscourt (Meurthe-et-Moselle) [D^r Ganzinotty].

Cephalanthera ensifolia Rich. — Pelouses gramineuses, entre Foug et Écrouves (Meurthe-et-Moselle).

Carex humilis Leys. — Talus sablonneux près de l'étang de Bellefontaine (abbé Squivet).

Carex Halleriana Asso. — Commun dans les pelouses sèches de l'oxfordien, à Pagny-sur-Meuse (Meuse).

Carex pilosa Scop. — Existe toujours (1905) dans les fourrasses de Villers, où l'indiquait Briard en 1880.

Je dois de l'avoir retrouvé aux précieux renseignements qui m'ont été fournis par un botaniste lorrain de grande valeur, M. l'avocat Desnos, l'ami et le compagnon de Briard. Cet homme modeste cache sa science; qu'il me soit permis de lui exprimer ici tous mes plus vifs remerciements.

Setaria verticillata P. B. — La Malgrange et les cultures avoisinantes (abbé Squivet).

Botrychium lunaria Sw. — Côte de Toul (1900) [abbé Squivet]. Existe toujours dans les carrières de Bâlin où je le revis l'an dernier.

Polypodium Robertianum Hoffm. — Vallée de Celles, sur un mur.

Asplenium septentrionale Sw. — Vallée de Celles, en face de Vexaincourt (abbé Squivet).

Pteris crispa Sw. (*Allosurus crispus* Beruh.). — Hohneck, escarpements du sud du Frankenthal (1899) [abbé Squivet].

Nouvelles stations de Muscinées découvertes par M. l'abbé Squivet

Buxbaumia aphylla Hall. — Bois de Blâmont; vers la croix Jean-Baptiste (1902-1905).

Diphyscium foliosum Mohr. — Bois de Blâmont et rochers de Châtillon, près Cirey.

Ephemerum recurvifolium B. S. — Au-dessus des carrières de Bâlin (côte de Toul).

Phascum curvicolium Hedw. — En montant de Malzéville au plateau, sur les rochers.

Fissidens exilis Hedw. — Forêt de Vitrimont, bois de Blâmont, Nancy à la Malgrange.

Radula complanata var. **propagulifera**. — Sur un arbre au bois de la Malgrange. « Les propagules abondantes au sommet du grand lobe de la feuille font double emploi avec les capsules que porte la plante (1904-1906). »

LES REPEUPEMENTS EN ÉCREVISSES

Par M. de DROUIN DE BOUVILLE

INSPECTEUR ADJOINT DES EAUX ET FORÊTS

ATTACHÉ A LA STATION DE RECHERCHES DE L'ÉCOLE FORESTIÈRE DE NANCY

Il y a une cinquantaine d'années, l'Écrevisse avait déjà sensiblement diminué dans les eaux françaises. La faveur dont jouit ce Crustacé près des gourmets, en raison des qualités de sa chair, lui assure une vente facile et productive ; aussi, dès l'établissement de voies ferrées permettant le transport rapide, sur le marché des grandes villes, des sujets capturés dans les campagnes, des pêches abusives furent-elles pratiquées partout.

L'imprévoyance des propriétaires, la licence des braconniers furent telles que, dès 1853, il fallut commencer à recourir à l'Allemagne pour satisfaire aux besoins de la consommation parisienne. Quinze ans après, celle-ci avait épuisé la Hollande, le duché de Bade, le Wurtemberg, le Hanovre et une partie de l'Autriche, sans compter, bien entendu, la France elle-même. En 1868, il était vendu, aux Halles, environ 5 500 000 Écrevisses, dont le poids peut être estimé à 267 300 kilogr. et dont la valeur se montait à 400 125 fr. 25. Dans ce total, les sujets de provenance indigène, envoyés pour la plupart d'Alsace, figuraient pour 1 200 fr. tout au plus⁽¹⁾.

1. CARBONNIER, *L'Écrevisse : mœurs, reproduction, éducation*, pp. 84-85 ; Paris, P. Dupont, 1869.

Le chiffre de 267 300 kilogr. indiqué pour la consommation parisienne en 1868 n'est pas donné par Carbonnier, il a été calculé d'après les chiffres relatifs aux Écrevisses exportées de Russie en 1900 (14 819 909 sujets pesant 720 400 kilogr.). — МИХА, « Ueberblick und Statistik des Krebseausfuhrgeschäfts in Russland » (*Revue internationale de Pêche et de Pisciculture*, Saint-Petersbourg, février 1902, pp. 16-22).

Carbonnier pouvait donc écrire à cette époque que l'Écrevisse avait à peu près disparu de nos rivières; elle n'y était plus suffisamment abondante pour donner lieu à une exploitation et à un commerce réguliers. Mais elle l'était encore assez pour les besoins de la consommation locale; les ruisseaux restaient peuplés de façon à permettre des pêches fructueuses. Jusque vers 1880, il fut généralement possible, surtout dans les soirées d'automne, de faire de joyeuses parties de campagne d'où l'on revenait, la nuit tombée, avec une ample récolte de Crustacés.

Tout a malheureusement changé depuis lors : les écoliers d'aujourd'hui ignorent un plaisir qui, dans la deuxième moitié des vacances, passionnait ceux d'autrefois, et, pour s'offrir le luxe d'un buisson ou d'une bisque, il faut maintenant habiter la ville et payer bon prix.

Les rivières de France ont été, en effet, presque universellement et complètement dépeuplées par une épidémie meurtrière, la maladie ou peste des Écrevisses.

C'est en 1876 (1) qu'eurent lieu ses premières manifestations, en différents points d'une assez vaste superficie, celle occupée par les départements de la Meuse, de Meurthe-et-Moselle, des Vosges, de la Haute-Saône, du Jura (partie septentrionale), de la Côte-d'Or, de la Nièvre, de l'Yonne et de l'Aube. Le mal paraît avoir pris naissance en Lorraine.

En 1877, il a gagné l'Aisne et la Haute-Marne; en 1878, l'Ain et la Seine-Inférieure; en 1879, l'Oise, le Doubs, le Cher, la Creuse et la Vienne; en 1880, le Loiret, la Charente-Inférieure et les Hautes-Pyrénées.

A la fin de l'année 1885, la peste avait exercé son action dévastatrice sur presque toute la surface du territoire français, à quelques exceptions près, concernant notamment les massifs des Cévennes et des Corbières.

Cette maladie présenta cette particularité de se développer d'abord dans les parties inférieures des bassins et de se propager dans les cours d'eau en les remontant peu à peu, allant ainsi de

1. Voir RAVERT-WATTEL, « Résumé des réponses au questionnaire sur la maladie des Écrevisses » (*Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation de France*, 1885, pp. 614-633).

la plaine à la montagne. Dans cette marche ascendante, elle se trouvait arrêtée plus ou moins longtemps par les barrages, les cascades, qu'elle ne franchissait que difficilement, et parfois pas du tout⁽¹⁾.

La peste, qui sévit surtout en été, offre cet autre caractère d'avoir été absolument meurtrière et d'avoir provoqué le dépeuplement d'une manière presque foudroyante. Des ruisseaux où abondaient les Écrevisses n'en renfermaient plus une seule au bout d'une semaine⁽²⁾; on pouvait alors voir le fond couvert, sur certaines places, d'amas de cadavres et d'animaux mourants. L'évolution du mal dure, en effet, trois, quatre et au plus huit jours.

Les individus atteints abandonnent leurs retraites et on les voit, contrairement à leurs habitudes normales, circuler en plein jour. Ils ont alors une attitude singulière et typique, se tenant soulevés sur leurs extrémités et marchant lentement, dressés sur leurs membres raidis. De furieux combats se livreraient alors; ce qui est incontestable, c'est qu'on a souvent trouvé, sur les lieux où sévit l'épidémie, des pattes et des pinces détachées du corps en quantités considérables. En tous cas, les Écrevisses pestiférées ne tardent pas à être prises de convulsions tétaniques, les membres sont contractés, les pinces fortement serrées, la queue étroitement appliquée contre le thorax⁽³⁾. Ces crampes ne durent que peu de temps, ce qui les rend difficiles à observer. Elles sont suivies d'une période de prostration et d'insensibilité⁽⁴⁾. Les animaux se couchent sur le dos ou sur le côté, essayent à

1. On a pu ainsi constater, dans le département de l'Ain, que la partie supérieure du ruisseau de Merloz n'était pas dépeuplée au-dessus d'un barrage important, tandis que les Écrevisses avaient disparu dans la région inférieure. — DUBOIS, « Recherches de pathologie comparée sur la peste des Écrevisses » (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, 9^e série, t. V, pp. 158-159. Paris, Masson, 1893).

2. Sauf peut-être les tout jeunes sujets, qui paraissent avoir été souvent épargnés.

3. Voir HOFER, *Handbuch der Fischkrankheiten*, p. 322; Munich, B. Heller, 1903. — « Recherches sur la peste des Écrevisses en Russie » (*Mémoires et Comptes rendus du Congrès international d'Aquiculture et de Pêche à Paris de 1900*, p. 42; Paris, A. Challamel, 1901).

4. Durant ces derniers stades de la maladie, on a remarqué que la partie postérieure de la queue et, notamment, la région anale, se tuméfièrent et deviennent rougeâtres; les pédoncules oculaires, si sensibles d'ordinaire, ne réagissent plus au toucher, le corps enflé en quelque sorte. Puis l'abdomen devient de plus en plus turgescant, la couleur rouge s'accroît, l'anus présente des contractions rythmiques. — BOUVIER, « Les maladies des Crustacés » (*Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche*, t. IX, pp. 72-73. Paris, 1897).

peine de se mouvoir si on vient de les toucher et succombent bientôt (1).

Telles sont les phases de cette terrible affection, qui fait périr tout Crustacé atteint, cause d'effroyables et subites mortalités et a dépeuplé les rivières de France d'une façon presque totale.

Elle n'a d'ailleurs pas épargné les autres pays.

Déjà des épidémies décimant les Écrevisses s'étaient manifestées : en Russie, en 1850 (2) et 1863 (3); dans le Piémont et la Vénétie, où la mortalité fut considérable, en 1860 (4); en Brandebourg et aussi en Suède, vers 1874 (5); elles n'ont toutefois pas été suffisamment observées, on ne sait donc s'il s'agissait vraiment de la peste.

Mais cette dernière, de son foyer d'apparition en Alsace-Lorraine, s'est rapidement répandue en Europe. Elle était signalée, dès 1878, en Luxembourg et en Belgique; elle gagnait, l'année suivante, la Prusse Rhénane, le duché de Bade, la Bavière; en 1880, le Wurtemberg, la Haute-Autriche, la Saxe, le Mecklembourg; en 1881, le Brandebourg et la Suisse. La Vistule était franchie en 1884 et en 1890 la maladie commençait à exercer ses ravages en Masovie, d'où elle s'étendait sur l'immense territoire de la Russie; en 1896, elle apparaissait dans les provinces de Livonie et de Courlande, enfin, en 1902, l'Oural était dépassé et des cas de peste étaient signalés dans les environs de Tobolsk en Sibérie (6).

Dans toutes les régions indiquées, l'Écrevisse a disparu ou ne s'est maintenue que dans quelques rares endroits; le dépeuplement a été, pour ainsi dire, radical. Carbonnier (7) était donc bon prophète quand il écrivait en 1869 : « Il est à craindre qu'avant un demi-siècle il n'existe plus d'Écrevisses en Europe. » Toutefois, ce résultat n'est pas dû, comme il le prévoyait, à une

1. La mort est la conséquence de la paralysie du cœur. — HOFER, *Handbuch*, p. 322; *C. R. Congrès de Paris*, p. 42.

2. HEUMANN, *Die Milzbrandkrankheiten*, p. 685; Erlangen, 1850.

3. RENEULT, *Der sibirische Milzbrand*, 1863.

4. CORNALIA, « Sulla malattia dei Gamberi » (*Atti della Società italiana di Scienze naturali*, 1860, pp. 334-335; — 1861, pp. 338-339).

5. HARZ, « Ueber die sogenannte Krebspest, ihre Ursache und Verbreitung » (*Österreichisch-Ungarische Fischerei-Zeitung*, 1880-1881).

6. D'après BOUVIER, *loc. cit.* — HOFER, *loc. cit.* — ARNOLD, « Comptes rendus sommaires du Congrès international de Pêche et de Pisciculture de Saint-Petersbourg » (*Revue internationale*, décembre 1902, p. 4).

7. *Loc. cit.*, p. 86.

augmentation sans cesse croissante de la consommation, entraînant dans les pays les plus reculés des pêches abusives et imprévoyantes.

La consommation a d'ailleurs diminué. Le nombre des sujets vendus en 1902 aux Halles de Paris s'élevait à 4 615 000, d'un poids de 224 300 kilogr. et d'une valeur totale de 893 212 fr. 40. Tous provenaient des régions encore épargnées par la peste en Russie (5/10), Silésie (3/10), Suède et Danemark (2/10) [1].

La comparaison des chiffres précédents avec ceux de 1868 est instructive. En vingt-quatre ans, la quantité des Écrevisses consommées annuellement a diminué de 885 000, tandis que le prix marchand de l'animal a plus que doublé. On peut juger par là et de sa vogue, et aussi de sa rareté, qui va croissant.

Devant le dépeuplement des cours d'eau, l'opinion s'est naturellement émue. Pêcheurs de profession ou amateurs, commerçants, hôteliers et restaurateurs, gourmets, se désolèrent de la disparition de l'Écrevisse, qui les intéressait à des titres divers, les uns se trouvant subir une perte économique, les autres regrettant un plaisir sportif ou gastronomique. La maladie n'était donc pas terminée qu'on commençait à se préoccuper, en France, de la propagation du Crustacé qu'elle avait décimé.

On espéra d'abord qu'il suffirait de laisser agir la nature et d'interdire de façon absolue la pêche et le colportage de l'Écrevisse pour permettre aux animaux épargnés de se reproduire et de croître. Des arrêtés préfectoraux portant ces prohibitions furent pris dans beaucoup de départements et renouvelés pendant un grand nombre d'années (2).

Mais il fallait bien admettre que, la peste ayant été absolument meurtrière, l'Écrevisse avait complètement disparu dans la plupart des régions et on ne devait donc compter sur la propagation naturelle que là où quelques ruisseaux restaient peuplés. Presque

1. DELONCLE, « L'Écrevisse », conférence faite à l'assemblée générale de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche (*Bulletin de la Société d'Aquiculture*, 1903; pp. 143-144.)

Le nombre des sujets vendus aux Halles en 1902 n'est pas indiqué par M. Deloncle; il a été calculé en partant du poids, par le même procédé indiqué à la page 28, note 1.

2. En 1900, de semblables arrêtés étaient encore en vigueur dans l'Ain, l'Aisne, les Ardennes, l'Aube, le Doubs, l'Eure, la Haute-Marne, Meurthe-et-Moselle, la Meuse, l'Oise, l'Orne, le Haut-Rhin, la Haute-Saône, Seine-et-Oise, les Vosges et l'Yonne.

toujours, pour obtenir le repeuplement, l'introduction de nouveaux sujets était indispensable.

C'est là ce qui a été entrepris sur bien des points, et particulièrement dans cette région de l'Est, la première frappée par la maladie, dont les Crustacés étaient autrefois justement réputés. Des tentatives importantes ont été faites, des sommes considérables dépensées pour arriver au but désiré; il s'en faut malheureusement qu'on y soit parvenu.

Il ne sera probablement pas sans intérêt de donner une idée des efforts auxquels a donné lieu la réintroduction de l'Écrevisse dans certains départements.

Celui de Meurthe-et-Moselle peut être choisi comme exemple; il n'en est peut-être pas où les essais aient été plus importants et plus persévérants.

On s'y occupa d'abord des rivières navigables et flottables, qui font partie du domaine public.

Le 26 août 1879, le conseil général sollicite de l'État l'ouverture d'un crédit de 600 fr. pour un essai de repeuplement en Écrevisses. Accordé le 13 novembre, il sert à l'acquisition de 10 000 individus, immergés dans la Meurthe (3 000) et la Moselle (7 000) à l'automne 1880 et au printemps 1881.

L'année suivante, nouveau déversement identique : la dépense, autorisée par décision du 6 octobre 1880, le nombre des sujets, les emplacements de mise à l'eau, sont les mêmes.

Une dernière et semblable tentative eut lieu en 1887, au moyen d'un crédit de 600 fr. voté par le conseil général dans sa séance du 24 août 1881, et resté six ans sans emploi.

Le succès a été nul, l'ingénieur en chef des ponts et chaussées, dans ses rapports annuels de 1883 à 1897, le déclare à peu près explicitement (1).

Il sembla alors que l'idée de tenter le repeuplement des grandes rivières n'avait pas été heureuse, et qu'il convenait plutôt d'opérer dans celles de médiocre importance et dans les ruisseaux.

Déjà, le 7 avril 1880, le conseil général avait accordé une somme de 600 fr. pour achat d'Écrevisses à introduire dans les cours d'eau non navigables ni flottables.

1. Conseil général de Meurthe-et-Moselle, *Rapport de M. le Préfet et délibérations (Annexes)*; années 1883-1894; Nancy, Berger-Levrault et Cie.

Le 24 août 1887, nouvelle allocation d'un crédit de même importance dans le même but, servant encore à l'acquisition de 10 000 sujets.

A partir de 1891, le service hydraulique du département entreprend des essais de repeuplement sans frais. Des Écrevisses de pays sont prises, du consentement des riverains, dans certains ruisseaux épargnés par la peste, et transportées dans d'autres dont elle avait amené la dépopulation.

A en croire les rapports du chef de service, ces essais auraient mieux réussi que ceux entrepris dans la Meurthe et la Moselle, et notamment dans le Madon, le Rupt de Mad, le Terrouin, le ruisseau d'Ache, l'Orne, le Woigot et la Chiers. On verra malheureusement par la suite ce qu'il faut penser de cette appréciation optimiste.

Le décret du 7 novembre 1896 confia à l'administration des eaux et forêts le service de la pêche et de la pisciculture, qui dépendait jusqu'alors de celle des ponts et chaussées.

Les essais de propagation de l'Écrevisse reprirent alors une nouvelle importance.

Depuis 1887, le conseil général votait chaque année un crédit de 800 fr. pour le repeuplement des rivières. Pendant longtemps, il ne fut guère employé qu'à des déversements d'alevins de Salmonides. A partir de 1898, une partie de la somme fut consacrée à la réintroduction de l'Écrevisse dans les cours d'eau du département.

Grâce à l'obligeance de M. le conservateur, à Nancy, il nous a été permis d'extraire des archives de son service les renseignements consignés dans le tableau ci-après (p. 35). Ils permettent d'apprécier tout ce qui a été fait, depuis que les agents des eaux et forêts ont eu à s'occuper de la question, pour propager dans les rivières le Crustacé si estimé qui y abondait il y a trente ans.

En six années, il a donc été déversé, dans les cours d'eau du département de Meurthe-et-Moselle, près de 31 000 sujets, et dépensé environ 2 450 fr.

A quel résultat ont abouti tous ces repeuplements et ceux antérieurement faits par le service des ponts et chaussées ?

A cet égard, les rapports annuels des agents des eaux et forêts ne pouvaient formuler que de vagues hypothèses.

Les uns déclaraient n'être pas à même de conclure, les autres

État des déversements d'Écrevisses effectués de 1898 à 1903 dans les cours d'eau de Meurthe-et-Moselle

COURS D'EAU	1898		1899		1900		1901		1902		1903		TOTAUX par cours d'eau	
	Nombre de sujets déversés	Dépense effectuée Fr. c.	Nombre de sujets déversés	Dépense effectuée Fr. c.	Nombre de sujets déversés	Dépense effectuée Fr. c.	Nombre de sujets déversés	Dépense effectuée Fr. c.	Nombre de sujets déversés	Dépense effectuée Fr. c.	Nombre de sujets déversés	Dépense effectuée Fr. c.	Nombre de sujets déversés	Dépense effectuée Fr. c.
Ruisseau d'Ache.	200	18,00	250 ¹	50,00	»	»	»	»	»	»	»	»	450	68,00
Ruisseau de Bonrupt.	170	13,94	»	»	50	4,50	110	6,60	150	12,65	»	»	480	37,69
Brénon.	400	19,80	150	10,70	150	14,15	150	10,75	»	»	»	»	850	52,40
Ruisseau de l'Herbas	»	»	»	»	»	»	600	43,10	»	»	»	»	600	43,10
Madon	1 600	79,20	1 250	89,30	1 200	88,85	950	68,25	800	79,00	»	»	5 800	403,60
Ruisseau de Mazerot.	80	6,56	»	»	50	4,50	120	7,20	150	12,65	»	»	400	30,91
Meurthe	»	»	»	»	»	»	300	21,00	230	21,00	»	»	530	42,00
Mortagne	1 200	90,00	1 200	90,00	1 200	90,00	1 300	90,00	1 200	90,00	1 200	90,00	7 300	540,00
Orne.	450	38,00	»	»	840	85,50	»	»	»	»	600	50,00	1 890	173,50
Ruisseau de Pré-l'Abbé	»	»	»	»	»	»	500	35,90	»	»	»	»	500	35,90
Rupt de Mad	800	72,00	500 ²	50,00	1 250	100,00	1 200	100,00	1 200	100,00	»	»	4 950	422,00
Sanon	550	39,70	700	49,00	500	60,00	400	34,30	»	»	»	»	2 150	183,00
Verdurette	400	32,80	500	44,90	400	36,00	680	40,20	700	59,00	1 000	78,40	3 680	291,30
Vezouse	»	»	»	»	»	»	300	25,70	»	»	»	»	300	25,70
Woigot.	»	»	1 025	84,00	»	»	»	»	»	»	»	»	1 025	84,00
Totaux.	5 850	440,00	5 575	487,90	5 640	480,50	6 610	483,00	4 430	374,30	2 800	218,40	39 005	2 433,10

1. Écrevisses indigènes. — 2. Un dixième Écrevisses indigènes. — Toutes les autres Écrevisses ont été achetées au commerce.

constataient qu'aucune amélioration sensible ne se manifestait ; il en était enfin qui relataient la capture de quelques rares sujets dans les engins de pêche au poisson ⁽¹⁾ et y voyaient l'indication d'une réussite partielle.

Pour être renseigné de façon exacte, M. le conservateur pensa, à très juste raison, qu'il était nécessaire de procéder à des pêches de constatation.

Les autorisations nécessaires furent obtenues de l'autorité préfectorale, et, au mois d'avril 1904, à quatre reprises différentes, on tenta de capturer des Écrevisses dans les différents cours d'eau où avaient été effectués des déversements. Le succès fut partout négatif.

On pouvait objecter que l'opération avait eu lieu à une époque défavorable, où les animaux ne sortent guère de leurs terriers et ne se laissent que peu attirer par les appâts.

Aussi, quatre nouvelles pêches furent prescrites pour l'automne, qui est la saison la plus propice. Cette fois, il fut capturé douze Écrevisses, une dans le Rupt de Mad, trois dans le Madon ⁽²⁾ et huit dans l'Orne.

Il faut donc le reconnaître, aucune réussite appréciable n'a été obtenue en Meurthe-et-Moselle, malgré l'importance et la persévérance des tentatives effectuées. M. le conservateur à Nancy a été amené à conclure ainsi : « Il semble établi que les repeuplements qui ont eu lieu depuis 1898 et même auparavant au moyen d'Écrevisses achetées au commerce n'ont donné que des résultats ou nuls, ou très peu satisfaisants. »

C'est probablement la seule région où l'insuccès ait été ainsi officiellement constaté : mais n'a-t-il pas été le même partout ?

Des nombreuses rivières de France où l'État, les départements ou les particuliers ont essayé de réintroduire l'Écrevisse, combien sont aujourd'hui repeuplées ?

A quelques rares exceptions près, l'échec a été général. Les cours d'eau sont aujourd'hui tout aussi dépeuplés qu'au lende-

1. D'après les renseignements de pêcheurs, il aurait été trouvé ainsi dans les nasses ou filets, en 1904 : 25 écrevisses dans le Madon ; 14 dans le Rupt de Mad ; 4 dans la Meurthe ; quelques-unes dans le Sanon et l'Orne.

2. L'une d'elles, un mâle, mesurait 16 centimètres de l'œil à l'extrémité de la queue déployée.

main de l'épidémie, c'est là un aveu pénible à faire, mais il s'impose.

Une question se pose alors : quelle est la cause de cet insuccès ?

Pour que tous les déversements aient aussi peu réussi, il faut naturellement qu'ils aient eu lieu dans des conditions défavorables, soit que la vie de l'Écrevisse ne fût pas possible dans les eaux où on a voulu l'introduire, soit que le repeuplement ait été mal opéré, en employant des sujets peu vigoureux, en négligeant certaines précautions indispensables.

Bien évidemment, dans l'exécution de ces déversements, il y a des règles à suivre, des lois à observer, dont on n'a pas dû tenir un compte assez strict.

Il ne paraît donc pas sans intérêt d'étudier les conditions dans lesquelles doivent être entreprises les tentatives de réintroduction de l'Écrevisse dans les eaux dont elle a disparu à la suite de l'épidémie de peste. On arrivera ainsi à connaître comment il convient de procéder, quels sont les soins indispensables requis ; à éviter par suite les échecs et les dépenses inutiles.

Pour une semblable étude, il sied d'examiner successivement, comme il sera fait dans les pages suivantes, ce qui concerne : — la possibilité des repeuplements — l'espèce à répandre — le mode de propagation à adopter — la provenance des sujets — la proportion des mâles et des femelles — la taille convenable à admettre — les époques favorables aux opérations — la pêche des animaux à déverser — leur expédition — leur transport — leur mise en observation — leur immersion — et enfin la constatation des résultats obtenus.

POSSIBILITÉ DES REPEUPLEMENTS

La première des conditions pour qu'on puisse tenter avec succès l'introduction de l'Écrevisse dans une rivière, c'est que l'eau en soit calcaire. L'animal appartient, en effet, à l'embranchement des Arthropodes, dans lequel les parties dures servant de soutien au corps sont situées à l'extérieur et constituent ce qu'on appelle un exosquelette. Il y fait partie du

groupe des Crustacés, qui a précisément reçu ce nom à cause de la croûte rigide et épaisse qu'on observe chez beaucoup d'espèces, formant un revêtement plus résistant que ce n'est généralement le cas chez les Insectes, les Araignées et les Myriapodes.

Or, la carapace de l'Écrevisse est formée de deux matières, l'une animale, la chitine, l'autre minérale, entrant pour un peu plus de moitié dans le poids total et composée, pour un huitième, de phosphate de chaux et, pour les sept huitièmes restant, de carbonate de chaux ⁽¹⁾. C'est à ces sels qu'est due la dureté de l'exosquelette.

On conçoit facilement, d'après cela, que l'Écrevisse ne puisse s'acclimater que dans les eaux où elle peut trouver les éléments nécessaires au durcissement de sa carapace. Aussi, dans la nature, ne la trouve-t-on pas sur les sols purement siliceux, mais elle apparaît dès qu'il s'y trouve de la chaux. C'est ainsi que M. Deloncle ⁽²⁾ a constaté sa présence dans un ruisseau des environs de Saulxures-sur-Moselotte (Vosges), sur une longueur de quelques centaines de mètres. On la rencontre là et nulle part ailleurs dans le voisinage. Il y a, en effet, en cet endroit, un affleurement de calcaire au milieu des terrains granitiques.

Il faut tenir compte de cette exigence en matière de repeuplement, mais point n'est besoin d'être chimiste ou géologue pour savoir si une eau convient à l'Écrevisse. Il suffit de voir s'il existe des Mollusques aquatiques, tels que Limnées, Planorbes, Anodontes, Mulettes, etc., protégés par une coquille calcaire. S'ils manquent ou sont peu abondants, inutile d'effectuer des déversements; dans le cas contraire, on peut en tenter, avec la certitude que, s'ils restent sans succès, ce n'est pas à raison de l'insuffisance de carbonate de chaux. Là où il y en a pour les Mollusques, il y en a pour les Crustacés.

Mais il ne suffit pas qu'une eau soit calcaire pour que l'Écrevisse puisse y vivre, il faut qu'elle soit encore relativement pure. Les évacuations des résidus usiniers, des ordures de toute sorte des égouts urbains, effectuées dans les rivières sans que

1. HUXLEY, *L'Écrevisse*, traduction française de la Bibliothèque scientifique internationale, p. 11. Paris, Alcan, 1896.

2. *Loc. cit.*, p. 153.

des mesures de précaution soient prises pour en éviter la pollution, n'ont pas eu de conséquences néfastes que pour le poisson. M. Deloncle (1) a fait connaître que dès 1853-1854, c'est-à-dire bien avant l'épidémie de peste, les Écrevisses avaient disparu sur le territoire des communes de Frise et d'Éclusier-Vaux, dans la Somme, à la suite de déversements de fabriques. Quand on sait l'essor qu'a, depuis lors, pris l'industrie, le nombre d'établissements qui se sont partout créés, on comprend que les eaux courantes, abondamment et constamment souillées d'impuretés de toute nature, se soient dépeuplées rapidement.

Les déchets qui y sont envoyés ne sont cependant pas toujours nuisibles. Les corps simples, leurs composés minéraux, sauf quelques-uns, caustiques ou toxiques (chaux, chlore), ne paraissent pas avoir d'action très nuisible aux doses où ils sont généralement déversés. Mais il en va tout autrement des matières organiques qu'évacuent soit les sucreries, féculeries, savonneries, papeteries, etc., soit les égouts des villes.

Tout d'abord, dans ces conditions, la teneur de l'eau en oxygène dissous diminue notablement. Ceci tient à ce qu'il en est consommé beaucoup dans les phénomènes de décomposition, qui sont d'ailleurs généralement accompagnés d'un abondant dégagement d'acide carbonique; souvent en outre l'absorption du gaz par le liquide ne peut plus se faire ou ne se fait qu'incomplètement. Dans combien de cas n'aperçoit-on pas à la surface des eaux polluées, des taches irisées souvent très étendues? Elles sont formées par une mince pellicule de matières grasses ou huileuses qui met un obstacle aux échanges entre l'air et l'eau.

On peut se faire une idée de la diminution de la quantité d'oxygène qui est la conséquence des déversements industriels et autres par les résultats, consignés ci-après, d'analyses concernant deux fleuves connus, avant et après la traversée d'agglomérations importantes (2). On trouve par litre, dans :

L'Isar. . .	{	en amont de Munich, 8 ^{cc}	d'oxygène dissous;
		en aval de Munich, 3 ^{cc}	d'oxygène dissous.

1. *Loc. cit.*, p. 151.

2. WEIGELT, *L'assainissement et le repeuplement des rivières*, traduction française du professeur C. Julien, p. 223; Bruxelles, Hayez, 1903.

La Tamise $\left\{ \begin{array}{l} \text{en amont de Londres, } 7^{\text{cc}},4 \text{ d'oxygène dissous;} \\ \text{en aval de Londres, } 0^{\text{cc}},5 \text{ d'oxygène dissous.} \end{array} \right.$

Or, l'Écrevisse paraît avoir des exigences respiratoires assez grandes. Elle possède de chaque côté, abritées par un repli de la carapace dit branchiostégite, dix-huit branchies complètes. Toutes sont bien développées et ressemblent à des plumes, molles et délicates, dont les nombreux et fins filaments sont parcourus par les dernières ramifications des vaisseaux. La surface suivant laquelle se fait l'échange entre l'oxygène dissous dans l'eau et l'acide carbonique du sang qui vient de traverser le corps est relativement grande. Carbonnier ⁽¹⁾ estime qu'une Écrevisse pesant de 35 à 40 grammes possède un appareil respiratoire équivalent à celui d'une carpe de 1 kilogr. Quoi qu'il en soit au juste, la respiration de l'animal semble active; il entretient constamment un courant dans la chambre branchiale, où l'eau se renouvelle rapidement. Ceci est dû au jeu d'une sorte de plaque courbe en forme d'écope, le scaphognathite, fixée à la base de la seconde mâchoire et n'exécutant pas moins de trois à quatre vibrations par seconde. Disons enfin qu'au laboratoire de pisciculture de l'École nationale des eaux et forêts, à Nancy, il est arrivé plusieurs fois que des sujets en observation ont péri à la suite d'un arrêt accidentel, d'assez courte durée, du courant alimentant les bacs où ils se trouvaient.

Il résulterait cependant d'expériences effectuées par le professeur Weigelt ⁽²⁾ que l'Écrevisse montre une insensibilité remarquable à l'action de l'acide carbonique. Un individu placé, à la température de 18° C., dans une solution à 2 ‰, c'est-à-dire à peu près saturée, donne encore des signes de vie après vingt minutes; au bout d'une heure et demie, il semble mort, mais revient à lui et se rétablit s'il est transporté dans une eau normale. Cette résistance est de beaucoup supérieure à celle de la plupart des poissons : anguille, tanche, véron, truite... et n'est comparable qu'à celle de la loche d'étang.

Cette constatation, en contradiction avec l'opinion généralement admise, reçoit confirmation par la présence de l'Écrevisse sur certains points où la teneur en oxygène est assurément faible.

1. *Loc. cit.*, p. 105.

2. *Loc. cit.*, pp. 61, 65, 105, 107.

C'est le cas de la Meurthe à Nancy, où pourtant il a été retrouvé, durant les deux dernières années, quelques sujets, très rares d'ailleurs, provenant de repeuplements. Le fait a été observé par le brigadier garde-pêche (1).

Il se peut donc que l'Écrevisse ne souffre pas trop du séjour dans des eaux peu aérées, mais on doit pourtant bien admettre qu'elle ne s'en accommode qu'à défaut de mieux et n'y prospère pas.

Ces eaux, toujours riches en matières organiques, ont d'ailleurs un autre grave inconvénient : les microbes de toutes espèces y trouvent d'excellentes conditions d'existence et y pullulent. Or, il n'y a peut-être pas d'animal moins apte que l'Écrevisse à résister à une infection bactérienne (2).

En premier lieu, son système circulatoire présente des lacunes. Le sang, venant des branchies, est bien conduit par des canaux à la chambre péricardique. Il entre de là dans le cœur par une de ses fentes, qui s'ouvrent aux moments de dilatation ou diastole. Un mouvement contraire de contraction ou systole le chasse ensuite dans l'une des artères, d'où il passe dans leurs ramifications, mais ensuite il s'épanche dans les vides des organes dont le plus important est un vaste sinus ventral d'où partent les vaisseaux allant aux branchies. Il n'y a donc pas de capillaires, comme chez les Vertébrés, donc, en cas d'infection, pas d'inflammation des organes ou des tissus tendant à en arrêter la propagation. Chez l'Écrevisse, ce premier moyen de défense contre les microbes fait défaut, la circulation lacunaire ne permettant pas l'afflux du sang sur les points attaqués.

Il existe pour elle une seconde cause d'infériorité vis-à-vis des animaux supérieurs, c'est la composition de ce sang. Analogue à la lymphe, il est constitué par un plasma liquide où nagent des globules incolores, nucléés, doués de mouvements amiboïdes de 0^{mm},027 environ de diamètre (3). Or, la partie non coagulable,

1. Le Dr HARZ considère également que les eaux souillées ne sont pas toujours incapables de donner asile aux Écrevisses, mais il en donne comme preuve qu'à Paris même, où la Seine est contaminée par des égouts, on trouve de très beaux sujets (*Oesterr.-Ungar. Fischerei-Zeitung*, 1881, p. 1). C'est là une affirmation quelque peu hasardée.

2. HOFER, *Handbuch*, pp. 331-333. — *C. R. Congrès de Paris*, p. 40.

3. HUXLEY, *loc. cit.*, p. 31.

ou sérum, ne contient, d'après les recherches des docteurs Schilling et Wilde⁽¹⁾, que fort peu de substances bactéricides, de sorte que les microbes s'y développent comme dans un bouillon de culture.

L'infection, chez l'Écrevisse, est donc facile. Le professeur Hofer, directeur de la station d'ichthyobiologie de Munich, a expérimenté sur elle l'action d'une vingtaine d'espèces de bactéries, prises parmi celles qui se rencontrent le plus communément dans les eaux : *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *Bacillus vulgaris*, microcoques divers. Presque sans exception, elles sont pathogènes pour notre Crustacé et le font périr, tandis qu'elles laissent souvent les poissons complètement indemnes⁽²⁾.

Pour beaucoup de raisons, il convient donc de s'abstenir de tout repeuplement en Écrevisses dans les eaux chargées de matières organiques. Les efforts doivent porter, non sur les grandes rivières, toujours plus ou moins souillées du fait des résidus de toute nature qui y sont évacués, mais sur les petits cours d'eau. Encore, pour ces derniers, faut-il prendre soin de ne pas effectuer les déversements dans le voisinage des usines et agglomérations. Il faut d'ailleurs reconnaître que c'est presque toujours de ces considérations qu'on s'est inspiré.

La plupart du temps, quand on a essayé de réintroduire l'Écrevisse, ce fut dans des eaux où elle abondait autrefois; ces eaux paraissaient parfaitement convenables, étaient suffisamment pures. Les échecs éprouvés ont pourtant été bien nombreux, on pourrait presque dire même qu'ils ont été la règle. Il y a là quelque chose de singulier. Il n'est pas moins remarquable que, là où la terrible épidémie qui a sévi il y a une vingtaine d'années n'a pas exercé ses ravages, les Écrevisses se soient seulement maintenues, sans se répandre au dehors des cantons indemnes et repeupler ainsi naturellement et progressivement les régions voisines⁽³⁾. Quand on sait combien ces Crustacés se déplacent facilement, prenant au besoin la voie de terre s'ils rencontrent des obstacles,

1. Ces recherches n'ont pas encore été publiées, mais le Dr Hofer a été à même d'en avoir connaissance et en a mentionné les résultats dans son Traité et ses articles.

2. HOFER, « Weitere Mittheilungen über die Krebspest » (*Allgemeine Fischerei-Zeitung*, Munich, 1899, n° 19).

3. « Le repeuplement des rivières en Meurthe-et-Moselle » (*Extrait des Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes en 1901* [Sciences]).

tels que barrages ou vannes, la chose ne peut guère s'expliquer que si la cause ayant amené leur disparition subsiste encore aujourd'hui.

Cette crainte d'une persistance de la maladie, frappant encore, dans nos rivières dépeuplées depuis si longtemps, les sujets qui y seraient déversés, paraît être fondée. Le congrès international d'aquiculture et de pêche réuni à Paris à l'occasion de la dernière Exposition universelle a, en effet, dans ses séances des 17 et 18 septembre 1900, adopté la résolution suivante : « Les gouvernements n'accorderont leur concours pour tenter des repeuplements d'Écrevisses qu'après qu'une enquête préalable aura démontré la possibilité d'un succès, tant en raison de la terminaison complète des épidémies que de la cessation des déversements industriels et, d'une manière générale, de toutes les causes qui peuvent nuire à la réussite de l'opération⁽¹⁾. »

Ce vœu est resté lettre morte, et il était difficile qu'il en fût autrement. Si on arrive à apprécier d'une façon suffisante, bien qu'arbitraire, quelles sont les eaux polluées où il est inutile d'introduire l'Écrevisse, il s'en faut qu'on sache reconnaître celles où elle ne court pas de risques de maladie.

Il y a assurément un grand nombre d'affections distinctes pouvant entraîner la mort de l'animal; peu, sans doute, sont actuellement connues⁽²⁾. Parmi ces dernières, il en est une ayant un caractère épidémique, c'est la peste, qui, après avoir ravagé presque toute l'Europe, commence à gagner l'Asie. C'est à elle qu'est due la disparition de l'Écrevisse de la plupart des

1. *G. R. Congrès de Paris*, p. 61.

2. Outre les maladies dont il sera question dans le cours de ce chapitre, on peut signaler comme plus ou moins bien caractérisées :

1^o La rouille, ainsi nommée à cause des taches roussâtres qui se développent sur la carapace, s'étendant petit à petit jusqu'à la recouvrir entièrement. Elle se produit pendant la saison chaude, quand un grand nombre d'individus se trouvent réunis ensemble. — CARBONNIER, *loc. cit.*, pp. 81-82 ;

2^o La maladie des taches, étudiée par le Dr HAPPEL, et due à un champignon parasite. — « Procès-verbaux sommaires du Congrès de Saint-Petersbourg » (*Revue internationale*, décembre 1902, p. 4) ;

3^o La nécrose du foie, constatée pour la première fois à Nancy, il y a quelques années, par M. le professeur Cuénot, et souvent observée depuis au laboratoire de pisciculture de l'École nationale des eaux et forêts. Le foie diminue souvent considérablement de volume et apparaît irrégulièrement piqué de petits points foncés, dus à ce qu'un certain nombre de lobules sont nécrosés et gorgés d'une matière brun jaunâtre. La cause n'a pu en être déterminée jusqu'ici.

Voir d'ailleurs sur ce sujet, BOUVIER, *loc. cit.*, pp. 61-94.

cours d'eau où elle abondait autrefois, aussi est-ce la seule dont il paraisse nécessaire de s'occuper en matière de repeuplement.

Pourtant, le vœu rapporté plus haut demande qu'il soit fait une enquête pour s'assurer de la « terminaison des épidémies ». Pourquoi ce pluriel ? Est-ce pour faire allusion à d'autres maladies ? Il ne faut cependant pas lui attribuer ce sens, car, de la discussion qui a précédé le vote du texte, il ressort clairement que c'est bien de la peste seule qu'il est question. Mais l'accord règne si peu en ce qui touche cette affection, qu'on est tenté de croire à l'existence de plusieurs maladies de nature différente, présentant des symptômes analogues.

Combien, en effet, n'a-t-il pas été émis d'opinions à ce sujet, en ne comptant que celles émanant de personnalités sérieuses ! Et peut-être la liste n'en est-elle pas close.

Cornalia⁽¹⁾, Panceri⁽²⁾, Polonio⁽³⁾ et Ninni⁽⁴⁾, en 1861-1865, crurent trouver la cause de l'épidémie qui dépeupla vers cette époque les cours d'eau de plaine de la haute Italie, du Piémont à la Vénétie, et qui ne fut probablement pas la vraie peste des Écrevisses⁽⁵⁾, dans un infusoire vivant à la surface des branchies et y pullulant au point d'en empêcher le fonctionnement et d'asphyxier ainsi leur hôte. Ce parasite, de la famille des Vorticellides, reçut le nom de *Cothurnia Pancerii* Ninni (*Cothurniopsis Astaci* Stein ?)

Haldenwang et Rueff⁽⁶⁾ ont attribué le mal à des Hirudinées se fixant soit sur les branchies (*Branchiobdella Astaci* Odier), soit aux articulations et surtout sous la queue (*Br. parasitica* Henle) et vivant aux dépens de l'Écrevisse, dont elles sucent le sang.

1. *Loc. cit.*

2. « Sulle vaginicole parasite dei Gamberi comuni » (*Atti della Società italiana di Scienze naturali*, t. III, pp. 334-335, 1861).

3. « Sui parassiti dei Gamberi » (*Ibid.*, 1861, pp. 417-418).

4. « Sulla mortalità dei Gamberi nel Veneto et più particolarmente nella provincia trevigiana » (*Atti dell'Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti*, 1864-1865, 3^e série, t. X, pp. 1203-1210, Venise, Antonelli); — « Nota sopra un Infusorio del genere *Cothurnia* Ehb. » (*Ibid.*, 1865-1866, t. XI, p. 1284).

5. D'après les caractères donnés par Cornalia, l'Écrevisse se recouvre de taches jaunes roussâtres, qui s'élargissent, se multiplient, deviennent confluentes; en même temps, les pattes perdent de leur mobilité, puis l'animal rougit et meurt.

Les premiers symptômes se rapprochent sensiblement de ceux donnés par Carbonnier pour la rouille (V. note 2, § 1, page 43).

6. D'après BOUVIER, *loc. cit.*, p. 78.

En 1880-1881, le docteur Harz⁽¹⁾, de Munich, et M. Zundel⁽²⁾, de Strasbourg, regardent l'épidémie comme provoquée par un Trématode, le *Distomum cirrigerum* Von Baer⁽³⁾, connu d'ailleurs depuis 1827. On le trouve enkysté dans les muscles, parfois très abondant⁽⁴⁾, à un stade correspondant assez bien au Cercaire. Comme tous ses pareils, ce parasite doit passer par le corps



FIG. 1. — *Cothurniopsis Astaci*
des branchies de l'*Astacus fluviatilis*.
Individu retiré dans sa logette.

Grossissement : 300.
(D'après Bronn, Thier-Reich.)



a



b

FIG. 2. — *Branchiobdella*
Astaci

a, allongé; — b, rétracté.
Grossissement : environ 7.
(D'après Odier.)

d'un autre hôte au moins pour parcourir tout le cycle de son existence. En le comparant avec l'état jeune d'espèces voisines dont l'évolution est bien connue, on est amené à supposer qu'il doit atteindre sa maturité sexuelle dans l'intestin des Cyprinides, et aussi des Salmonides et de l'Anguille. Tous ces poissons seraient les agents de la dispersion de l'épidémie.

Mais le docteur Harz⁽⁵⁾ se rendit lui-même compte que la

1. *Loc. cit.*; « Eine Distomatosis des Flusskrebse » (*Deutsche Zeitschrift für Thiermedizin und vergleichende Pathologie*, 1881, t. VII, pp. 1-15).

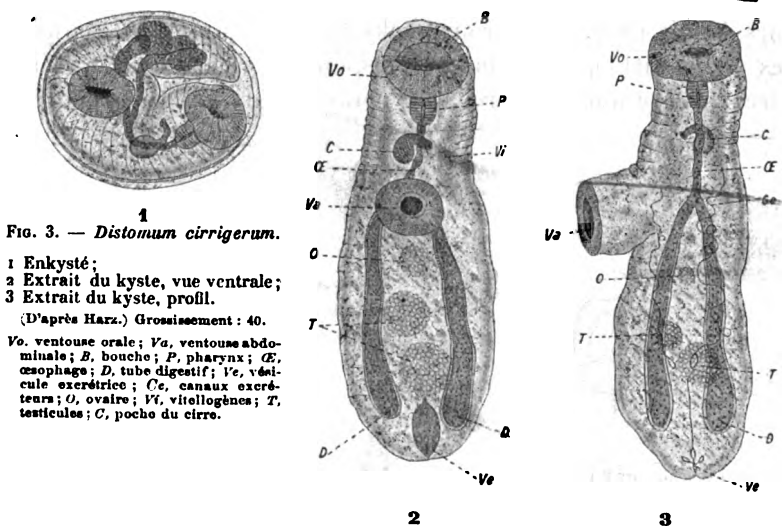
2. « La peste ou distomatose des Écrevisses » (*Journal de micrographie*, 1881, pp. 459-461 et 504; — et aussi : *Bulletin de l'Académie médicale de Belgique*, 3^e série, t. XV. Bruxelles, 1881).

3. Une autre espèce, *D. isostomum* Rud., s'observe aussi, mais moins fréquemment.

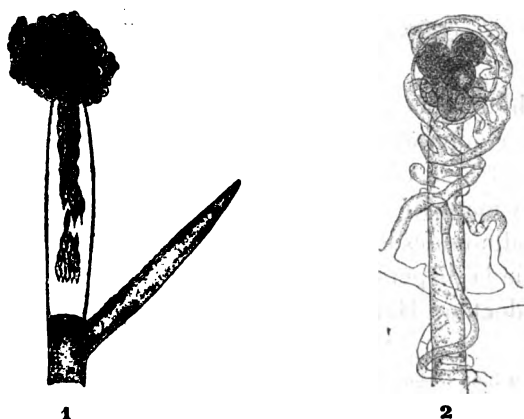
4. Von Baer en a compté jusque 30 dans l'intérieur d'une pince, et jusqu'à 200 dans tout le corps.

5. « Eine Mykosis des Flusskrebse » (*Öster.-Ungar. Fischerei-Zeitung*, 1881, pp. 262-263).

distomatose ne s'observait pas chez toutes les Écrevisses malades. Chez certaines, il découvrit un champignon oomycète du groupe



des Saprolegniées, l'*Achlya prolifera* Nees, produisant la mycose, caractérisée par l'inflammation des articulations et la cou-



leur prise par la musculature, en totalité ou par points. C'est à cette affection que serait due la mortalité dans les viviers.

Le professeur Leuckart (¹), presque au même moment, faisait des observations analogues, mais, rejetant la distomatose, concluait que dans tous les cas de peste il y a infection mycétienne.

Le docteur Hilgendorf (²), en 1884, sans adopter les idées exclusives de l'auteur précédent, ni même se prononcer sur la cause de l'épidémie, attribue la mycose à un *Aphanomyces* de Bary et non à un *Achlya* Nees (³); il suppose que le champignon envahirait l'organisme par des blessures faites par les Branchiobdelles.

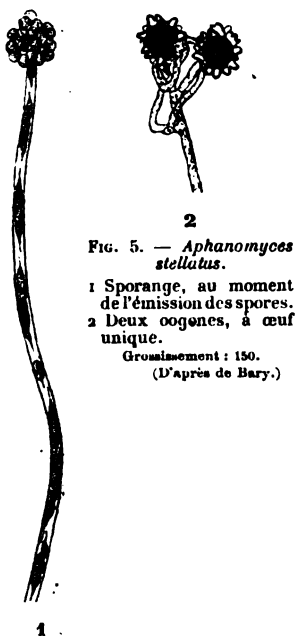


FIG. 5. — *Aphanomyces stellatus*.

- 1 Sporangie, au moment de l'émission des spores.
- 2 Deux oögones, à œuf unique.

Grossissement : 150.

(D'après de Bary.)

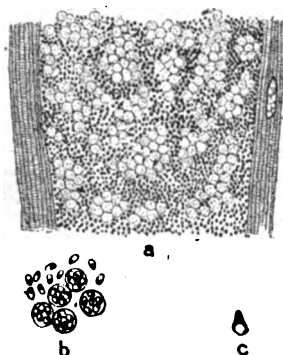


FIG. 6. — *Thelohania Contejeani*.

- a, Portion d'une coupe longitudinale d'un muscle d'Ecrevisse infectée;
- b, Spores libres et spores renfermées dans les sporoblastes;
- c, Spore isolée, plus grossie.

(D'après Henneguy.)

Vers la même époque, M. von Linstow (⁴) et M. Zopf (⁵) trouvaient en abondance, chez les animaux malades, des microorga-

1. « Die Ursache der Krebspest » (*Circulars des Deutschen Fischerei-Vereins*, 1884, pp. 62-65).

2. « Zur Krebspest » (*Ibid.*, 1884, pp. 123-125).

3. L'*Achlya* a des sporanges en massue contenant plusieurs rangées de spores et des oögones à plusieurs œufs; l'*Aphanomyces*, des sporanges filiformes ne présentant qu'une rangée de spores et des oögones à œuf unique.

4. « Mittheilungen über die sogenannte Krebspest » (*Circulars des Deutschen Fischerei-Vereins*, 1883, p. 216-217).

5. Cité par Leuckart (voir note 1).

nismes du groupe des Sporozoaires, pullulant dans les muscles au point de les rendre cassants; de là s'ensuivrait la chute des pattes.

En 1892, M. Henneguy⁽¹⁾ découvrit, chez un sujet atteint de peste et provenant du département du Doubs, une Myxosporidie qu'il dénomma *Thelohania Contejeani*. Elle vit entre les faisceaux musculaires, qui prennent une couleur caractéristique d'un blanc crayeux facile à observer à travers le test transparent de la face ventrale de la queue.

La même année, le professeur Raphaël Dubois⁽²⁾, de Lyon, était chargé par le conseil général du département de l'Ain d'étudier la cause du dépeuplement des ruisseaux de la région

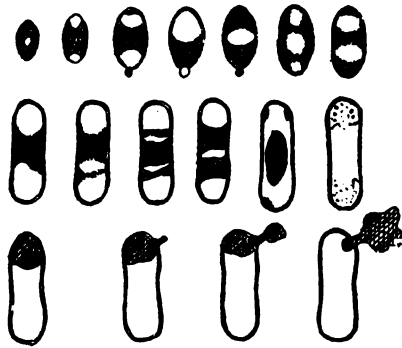


FIG. 7. — Parasites trouvés en juin et juillet chez les Écrevisses malades du Merloz.
(D'après M. Dubois.)



FIG. 8. — Parasites trouvés en automne chez les Écrevisses nourries avec le Gardon.
(D'après M. Dubois.)

et les moyens d'y remédier. Aux mois de juin et juillet, dans les environs de Nantua, des Écrevisses périssaient avec les symp-

1. « Myxosporidies parasites des muscles chez quelques Crustacés décapodes » (*Annales de micrographie*, 1891-1892, t. IV, pp. 617-640. Paris, G. Carré).

Voir aussi *C. R. Société de biologie*, 1892, pp. 585-588.

2. *Loc. cit.*, pp. 158-159.

Voir aussi *C. R. Société de biologie*, 1893, p. 411-412; — *Bulletin de la Société d'Aquiculture*, 1897, pp. 109-111; — *C. R. Congrès de Paris*, pp. 56-58.

tômes de la peste ; l'examen microscopique fit constater dans leur intestin la présence d'une quantité considérable de petites capsules allongées. Il s'en échappait à un moment donné une masse gélatineuse renfermant des sortes de spores, qui ne purent d'ailleurs être cultivées. On rencontrait également des corps ovoïdes dans les pattes et dans la queue. Ceci amena à supposer qu'on était en présence d'un parasite ingéré avec les aliments et passant ensuite dans les muscles. Dans le but de vérifier cette hypothèse, des expériences furent entreprises, où des Écrevisses saines, parquées en plusieurs bacs séparés, furent nourries dans chacun d'un poisson différent. Il n'y eut de mortalité considérable que chez celles alimentées avec du gardon ; les mêmes corps amiboïdes, puis des masses nucléées, puis des spores, se retrouvaient dans les chairs du Cyprinide et dans celles des Crustacés malades ; chez ces derniers, le tube digestif contenait d'ailleurs les capsules allongées mentionnées plus haut. Rapprochant les résultats de ses observations et expériences de la découverte faite par M. Henneguy, M. Dubois fut amené à attribuer la peste à une Myxosporidie, parasite du gardon et de l'Écrevisse, et passant probablement du premier à la seconde sous forme d'amibe issue de la spore.

En 1892 encore, le professeur Bataillon⁽¹⁾, de la Faculté des sciences de l'Université de Dijon, étudiant un bacille qui produit une affection particulière de la truite et de ses œufs, l'isola, en fit des cultures pures et l'inocula à des Écrevisses, qui moururent avec des symptômes analogues à ceux de la peste. D'autres Écrevisses périssaient à ce moment dans les mêmes conditions, en présentant dans la région abdominale des faisceaux musculaires blanchâtres ; cette coloration était due à une bactérie également pathogène. M. Bataillon émit alors l'hypothèse qu'il y avait peut-être une véritable peste des eaux douces, affectant des formes nombreuses et trouvant des milieux de culture particulièrement riches dans les pontes de poissons et surtout d'amphibiens.

L'année suivante, MM. Hubad et Franke⁽²⁾ observaient chez des Écrevisses pestiférées le *Staphylococcus pyogenes viridiflavus*.

1. « Note préliminaire sur la peste des eaux douces » (C. R. Société de biologie, 1893, p. 356 et pp. 455-457).

2. *Mittheilungen des Österreichischen Fischerei-Vereins*, 1894.

En 1898, le professeur Hofer⁽¹⁾ trouvait, avec son aide, le docteur Albrecht, un bacille nouveau qu'il retrouva chez tous les sujets atteints de peste observés par lui, soit en Russie, soit en Allemagne. Il lui donna en conséquence le nom de *Bacterium pestis Astaci* et le considéra comme étant la cause unique, longtemps cherchée, de l'épidémie dont les ravages s'étaient étendus sur toute l'Europe.

Cette découverte, pour importante qu'elle fût, comme nous le verrons par la suite, n'empêcha pas E. Schikora⁽²⁾, en 1903, d'admettre, comme Harz, Leuckart et Hilgendorf, une infection mycélienne due à l'*Aphanomyces Astaci*.

On le voit, les savants sont loin d'être d'accord. Cependant, il est admis aujourd'hui que les parasites externes tels que les Vorticellides ou les Hirudinées sont tout au plus capables de prédisposer l'Écrevisse à une infection microbienne ou autre en lui enlevant de sa vigueur et en lui faisant des blessures par lesquelles peuvent pénétrer des germes pathogènes⁽³⁾. On a renoncé également à croire que des épidémies puissent être attribuées aux Distomes : ils ne doivent aussi jouer, la plupart du temps, qu'un rôle secondaire, en affaiblissant leur hôte. Qu'ils puissent en déterminer la mort lorsqu'ils abondent dans sa musculature, cela n'est pas douteux, mais ce sont là des cas rares et isolés ; d'ordinaire, le Crustacé ne paraît pas souffrir de la présence du Trématode⁽⁴⁾.

Restent donc en présence, aujourd'hui, les partisans des sapro-légnées, des myxosporidies et des bactéries.

Aux premiers on peut objecter d'abord que les Champignons tels que l'*Achlya* et l'*Aphanomyces* manquent souvent chez les Écrevisses pestiférées ; de plus, leur entrée dans l'organisme suppose des lésions préalables ; enfin, rien n'est moins certain qu'ils soient en mesure de se développer dans les tissus vivants⁽⁵⁾.

1. « Ueber die Krebspest » (*Allgemeine Fischerei-Zeitung*, 1898, n° 17).

2. « Ueber die Krebspest und ihren Erreger » (*Fischerei-Zeitung*, 1903, n° 23, p. 353).

3. Voir HILGENDORF, *loc. cit.* — BOUVIER, *loc. cit.*, p. 78. — HOFER, *Handbuch*, p. 324.

4. Voir ZADDACH, « Ueber die im Flusskrebs vorkommenden *Distomum cirrigerum* (v. Baer) und *D. isostomum* (Rud.) » (*Zoologischer Anzeiger*, 1881, pp. 398-404 et 427-431). — GEOFFROY-SAINT-HILAIRE, *Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 1884, pp. 506-508. — BROGGI, *Ibid.*, p. 508. — VON LINSTOW, *loc. cit.* — LEUCKART, *loc. cit.* — BOUVIER, *loc. cit.*, p. 81. — HOFER, *Handbuch*, p. 324.

5. Voir HILGENDORF, *loc. cit.* — BOUVIER, *loc. cit.*, p. 83. — HOFER, *Handbuch*, pp. 324-325 et 348-353.

Comme il est difficile d'en obtenir des cultures pures, il n'a pas été prouvé jusqu'ici qu'ils soient vraiment pathogènes. Tout au contraire, des recherches récentes effectuées par J. Hume Patterson ⁽¹⁾, attaché au laboratoire municipal de bactériologie de Glasgow, ont montré que la peste du saumon, attribuée par Huxley ⁽²⁾ et Murray ⁽³⁾ au *Saprolegnia ferax* de Bary, était due en réalité à un bacille dont l'invasion précède celle du champignon, qui ne s'installe que sur les parties préalablement nécrosées. N'en est-il pas toujours ainsi ? Pour beaucoup de raisons, il semble donc difficile d'admettre que la peste soit due à une saprolégnée.

Les myxosporidies ont une multiplication extrêmement rapide et se reproduisent par spores susceptibles très probablement de séjourner quelque temps dans les eaux et même de s'y mouvoir grâce aux filaments dont elles sont pourvues. La présence d'une même espèce constatée chez le gardon et chez l'Écrevisse permet d'expliquer de façon satisfaisante beaucoup de particularités de la maladie : extension d'aval en amont, arrêt devant les barrages, contamination par la vase ou la chair des poissons, difficultés ou impossibilité de contagion directe. Cependant, les objections qu'on a pu faire pour le distome se représentent ici. Les sporozoaires sont fréquents chez l'Écrevisse, qui paraît d'ordinaire ne pas beaucoup en souffrir. On trouve bien des individus chez lesquels ils abondent au point que les muscles prennent une teinte blanchâtre et deviennent tellement mous qu'ils s'écrasent sous le doigt ; les animaux infectés à ce degré languissent et meurent lentement, mais ce sont là des cas isolés ⁽⁴⁾. Comme l'a fait remarquer le professeur Kunstler au congrès d'aquiculture de 1900 ⁽⁵⁾, les myxosporidies ne paraissent pas provoquer de maladies foudroyantes et il est fort possible qu'elles ne fassent que préparer le terrain et permettre l'invasion d'un bacille infectieux. Ce qui tendrait à confirmer cette opinion c'est que, dans la maladie des abcès du barbeau due au *Myxobolus Pfeifferi*, Thé-

1. *The cause of Salmon Disease, a bacteriological investigation* ; Glasgow, James Hedderwick, 1903.

2. « On *Saprolegnia* in Relation to the Salmon Disease » (*Quarterly Journal of Microscopical Science*, t. XXII, pp. 311-353. Londres, J. et S. Churchill, 1882).

3. « Inoculation of Fishes with *Saprolegnia ferax* » (*Journal of Botany*, 1885, p. 302).

4. HOFER, *Handbuch*, pp. 325-326. — C. R. Congrès de Paris, pp. 58-59.

5. C. R. Congrès de Paris, p. 59.

lohan⁽¹⁾ a constaté la présence dans les tumeurs de nombreuses bactéries, dont le rôle est peut-être capital dans la mort du poisson.

Il existe cependant des maladies contagieuses imputables aux sporozoaires, telles la pébrine du ver à soie, causée par le *Nosema Bombycis* Nägeli, et la variole ou gale de la carpe, causée par le *Myxobolus Cyprini* Hofer et Doflein⁽²⁾. Que la peste de l'Écrevisse soit due à un organisme de cet ordre, qui, en raison des difficultés de son étude, a parfaitement pu échapper aux premières observations, la chose n'est donc pas impossible, mais qu'il en soit vraiment ainsi, rien ne permet de se former une conviction à ce sujet. Les protozoaires trouvés par von Linstow et Zopf, il y a une vingtaine d'années, ont été considérés par Leuckart, auquel furent envoyées les préparations, comme des cellules particulières du corps, observées dès 1857 par Haeckel. C'est sur un animal conservé dans l'alcool que M. Henneguy a trouvé la *Thelohania Contejeani*. Enfin, les observations et expériences du professeur Dubois aux environs de Nantua peuvent bien être, en la matière, un commencement de preuve dont il y a lieu de tenir le plus grand compte, mais sont malheureusement uniques et insuffisamment complètes. Si l'épidémie qui a dépeuplé les cours d'eau français est due à une myxosporidie, son étude est encore à faire.

Reste donc la théorie d'après laquelle la peste serait une infection bactérienne. Elle permet de bien expliquer les mortalités en masse si souvent constatées. La seule objection grave est que de nombreux observateurs n'ont pu obtenir de cultures microbiennes infectieuses ni contaminer de sujets sains par des inoculations de sang prélevé sur des Écrevisses malades⁽³⁾. Mais ce résultat a été obtenu par le professeur Bataillon, puis par le professeur Hofer. Ce dernier, qui a étudié la peste d'une façon toute spéciale depuis 1898, a toujours trouvé, sans exception, le *Bacterium pestis Astaci* chez les nombreux animaux atteints

1. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, vol. XXVI, pp. 179-180. Paris, Canu et Klincksieck, 1895.

2. HOFER, *Handbuch*, pp. 61-71 ; — *Allgemeine Fischerei-Zeitung*, 1896, nos 1 et 11.

3. DUBOIS, *C. R. Congrès de Paris*, pp. 58-59.

Le Dr Harz rapporte aussi avoir mis en présence, dans un vivier, des Écrevisses malades et d'autres saines et qui restèrent indemnes. Mais, comme le remarque M. BOUVIER (*loc. cit.*, p. 74), il serait bon de revenir sur cette observation et sur toutes celles, en général, tendant à démontrer que la maladie serait infectieuse, mais non contagieuse.

qu'il a eu l'occasion d'examiner, que ceux-ci provinssent d'Allemagne, d'Autriche ou de Russie⁽¹⁾. Ses observations, ses expériences, confirmées par celles du docteur Weber⁽²⁾, de M. von Liphardt⁽³⁾, ne permettent pas de douter que l'épidémie qui a sévi durant ces dernières années dans l'est de l'Europe ne soit bien d'origine microbienne. L'étude approfondie dont elle a été l'objet a fait connaître les conditions dans lesquelles se produisait l'infection, le mode de propagation de la maladie, les mesures à prendre pour la combattre.

Maintenant, cette affection est-elle la même qui s'est déclarée en Alsace-Lorraine, en 1876, et qui aurait progressivement gagné d'une part la France et d'autre part l'Allemagne, puis la Russie, d'où elle vient de passer en Asie ? Cela est très probable, à cause de l'identité des symptômes indiqués par les divers observateurs et en particulier de l'attitude caractéristique, si souvent signalée, des Crustacés atteints. C'est la conclusion du docteur Weber, constatant, chez les sujets d'expérience inoculés, les mêmes manifestations signalées par Harz en 1882. Le professeur Hofer⁽⁴⁾, qui a bien étudié la question, et avait cru d'abord que la même cause n'était pas en jeu dans tous les cas de dépeuplement, a été amené par la suite à admettre que la peste des Écrevisses était une maladie bien caractérisée, due partout à la même infection bactérienne, et qu'elle s'est propagée de l'ouest à l'est à travers l'Europe.

Quoi qu'il en puisse être d'ailleurs, cette maladie nous intéresse. Supposé que ce ne soit pas elle, mais une autre, imputable, par exemple, à une myxosporidie, qui a exercé ses ravages en France, elle peut s'y déclarer, si même la chose ne s'est déjà produite. Si le bacille qui la provoque n'existait pas dans nos eaux avant ces dernières années, il a pu et dû y être importé. De plus, comme l'affection est bien connue, c'est la seule pour laquelle il peut être question, conformément au vœu émis par le congrès de 1900, de faire une enquête, en vue de s'assurer que le germe

1. *Handbuch*, p. 327.

2. « Zur Ätiologie der Krebspest » (*Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte*, t. XV, pp. 221-228. Berlin, J. Springer, 1898).

3. « Études expérimentales, morphologiques et biologiques sur le *B. pestis Astaci* » (C. R. sommaires du Congrès de Saint-Petersbourg; *Revue internationale*, décembre 1902, p. 4).

4. C. R. Congrès de Paris, p. 41.

infectieux n'existe pas ou a disparu sur les points où l'on veut effectuer des repeuplements.

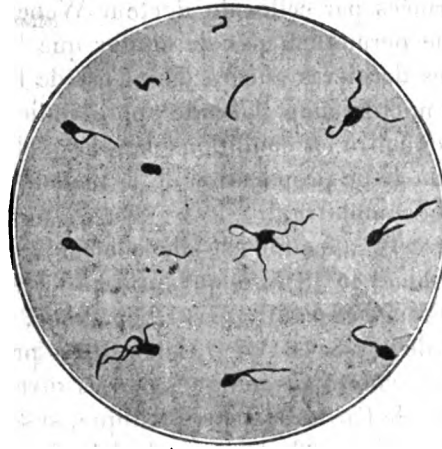


Fig. 9. — *Bacterium pestis Astaci*
(D'après Weber.) Grossissement : 1000.

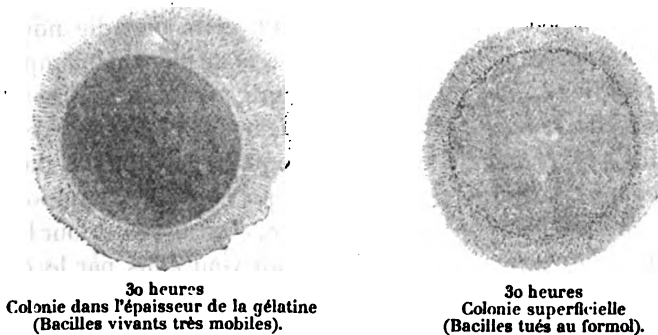
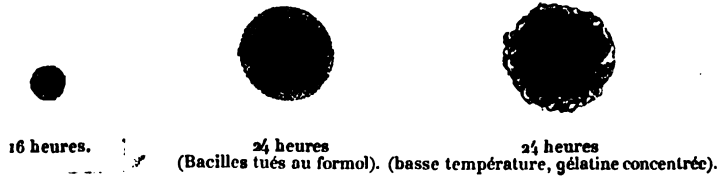


FIG. 10. — *Bacterium pestis Astaci*, colonies sur plaque de gélatine.
(D'après Weber.) Grossissement : 150.

Ce germe, isolé en 1898 du tissu musculaire d'Écrevisses pestiférées, par le professeur Hofer, de Munich, qui l'a dénommé *Bacterium pestis Astaci*, a été étudié aussi par le docteur Weber,

de Berlin, et M. von Liphardt. Il se présente sous la forme de petits bâtonnets arrondis aux extrémités, munis d'un à six cils, se mouvant avec vivacité, et mesurant 1 à 1,5 μ en longueur sur 0,25 μ en largeur. Ces éléments prennent bien les couleurs d'aniline et se décolorent par la méthode de Gram.

En culture sur plaques de gélatine, à la température ordinaire⁽²⁾, les colonies non superficielles, seize heures après l'ensemencement, semblent de petits points clairs à bord ondulé et à surface rugueuse. Au bout de dix-huit à vingt heures, la liquéfaction commençant, le contour devient régulier et on observe un mouvement vibratoire et violent des bactéries. Une auréole se développe alors autour de la colonie et la gelée ne tarde pas à se creuser d'une sorte de petit cratère à contenu trouble. Il se dégage alors une odeur caractéristique.

Dans un tube ensemencé par piqure, la gélatine fond plus rapidement à la surface, de sorte qu'il se forme une cupule s'approfondissant en entonnoir à pointe effilée, remplie d'un liquide trouble d'aspect nuageux ; à la partie inférieure se déposent en quantité des colonies bactériennes, blanchâtres et brillantes.

Sur gélose, on observe un revêtement muqueux légèrement irisé.

Le développement sur pomme de terre est lent, les colonies sont clairsemées et de couleur jaune brunâtre.

Le bouillon se trouble, avec dégagement abondant d'acide sulfhydrique.

Le lait est coagulé au bout de quatre jours à la température de 22° C., de deux jours à celle de 37°. La réaction est acide.

Dans l'eau non stérilisée, le bacille résiste pendant des mois sans beaucoup se multiplier ; il périt dans de l'eau distillée.

Le *B. pestis Astaci* est anaérobie facultatif.

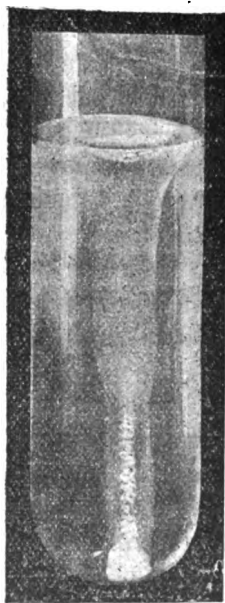


FIG. 11. — *Bacterium pestis Astaci*.
Culture en piqure sur gélatine.
(D'après Hofer.)

2. A température plus basse, les colonies ont l'aspect d'une rosette.

Il résiste bien à la dessiccation.

Il est extrêmement peu sensible aux variations de température. L'action prolongée pendant quatre heures et répétée à plusieurs reprises d'un froid de -40°C. , est sans effet sur lui. S'il est maintenu pendant une demi-heure à une température de 60° , il meurt ; mais la toxine peut être chauffée jusqu'à 100° sans perdre de sa virulence. C'est entre 15° et 37° que le microbe se développe le mieux.

Cet organisme est extrêmement pathogène pour l'Écrevisse. La virulence des cultures augmente avec leur âge. Au bout de vingt-quatre heures, elles provoquent la mort dans les quatre à onze jours suivant l'inoculation, même quand celle-ci n'a été que de $1/2000$ de milligramme. D'ordinaire, l'injection de petites doses fait périr l'animal en trois à sept jours, et au plus après treize jours. Les cultures d'où le bacille a été enlevé par filtration ont à peu près la même action néfaste que les autres.

La toxine produite par le *B. pestis Astaci* amène des contractions et convulsions la plupart du temps tétaniques, mais aussi cloniques, de toutes les extrémités. Les Écrevisses malades deviennent faibles et prennent une allure typique, se tenant raides et élevées sur leurs pattes ; perdant quelquefois des membres, et surtout les pinces ; les crampes surviennent ensuite et finalement les animaux tombent sur le dos et meurent.

Aucun des autres bacilles connus jusqu'ici ne provoque les convulsions si caractéristiques observées dans le cas de peste. C'est pourquoi le professeur Hofer, après avoir cru à la possibilité d'infections microbiennes diverses, a finalement été amené à conclure qu'il n'y avait eu partout qu'une seule et même maladie causée par une seule et même bactérie, observée d'ailleurs dans tous les cas qui lui ont été soumis. Elle n'est d'ailleurs généralement pas seule, surtout chez les Écrevisses ayant eu à subir un long transport. Il peut arriver que d'autres espèces microbiennes, dont le rôle est généralement accessoire, prennent le dessus, de façon que les symptômes de la véritable peste se trouvent plus ou moins masqués par d'autres ; cela explique la variété des descriptions de la maladie données par les différents observateurs. C'est à une infection secondaire que paraît ainsi devoir être attribuée la chute des membres quelquefois constatée ; mais on n'est pas encore parvenu à obtenir en culture pure le bacille qui la

provoque⁽¹⁾. Quant à la couleur blanchâtre ou gris jaunâtre de la partie inférieure de l'abdomen, dont le test paraît devenir opaque, signalée par plusieurs observateurs (Harz, Bataillon, Rabé^[2]), elle semble due à un sporozoaire (*Thelohania Contejeani*?) vivant entre les fibrilles des faisceaux musculaires qu'il altère. Les animaux qui présentent ce symptôme n'ont pas la même vigueur musculaire que les autres et les mouvements de la queue surtout sont pénibles quand les parasites sont nombreux.

Le *B. pestis Astaci* n'est pas pathogène que pour les Écrevisses. Le docteur Weber a constaté que des brochets, carassins, tanches, gardons, succombaient en un à huit jours à l'injection de cultures dans les muscles abdominaux. Les diverses espèces réagissent différemment; chez les unes il se produit des abcès, chez les autres, pas. Le microbe est d'ailleurs la cause, d'après les recherches plus récentes du docteur Plehn⁽³⁾, d'une maladie assez commune frappant les poissons blancs et appelée lépidorthose. De fortes inoculations sous-cutanées déterminent la mort d'autres espèces, telles que la perche, la tanche et l'omble de ruisseau ou saumon de fontaine.

Les grenouilles paraissent réfractaires à l'infection par le *B. pestis Astaci*, mais il n'en est pas de même de certains Mammifères. Des souris blanches, ayant reçu 1/2 milligramme de culture, périssent en vingt-quatre heures, avec convulsions suivies de paralysie. Les cobayes et les lapins ne ressentent rien des inoculations sous-cutanées et ne s'infectent pas par les voies digestives, mais succombent en un ou deux jours, avec les symptômes d'un empoisonnement, aux suites d'une injection intrapéritonéale de 0,2 cc. à 1 cc. de culture ou de 1 à 2 cc. de filtration.

Mais revenons à l'Écrevisse.

L'infection se produit normalement par les voies digestives, le bacille étant ingéré avec la nourriture, passant à travers les parois de l'intestin et se répandant ensuite dans tout l'organisme. Mais il peut cependant, quand il pullule dans l'eau où se trouve le Crustacé, s'introduire par les branchies. Les deux modes d'in-

1. HOFER, *Handbuch*, pp. 333-334.

2. *La Question de l'Écrevisse*. Sézanne, Patoux, 1886.

3. « Die Schuppensträubung der Weissfische verursacht durch das Krebspestbakterium » (*Allgemeine Fischerei-Zeitung*, 1902, n° 3, pp. 40-44).

Voir aussi HOFER, *Handbuch*, pp. 9-12.

fection ont été observés expérimentalement, tant au laboratoire⁽¹⁾ que dans les eaux du Woo, fleuve de Livonie, où le professeur Hofer a étudié la propagation de la peste⁽²⁾.

Comment expliquer maintenant l'épidémie qui a fait disparaître l'Écrevisse de tant de rivières et ruisseaux ? Très certainement elle est due à ce que leurs eaux, relativement pures jusqu'à une époque récente, sont, depuis une trentaine d'années surtout, polluées par les déversements industriels et autres. Le *B. pestis Astaci* a trouvé, comme d'ailleurs tous les microbes, des conditions de développement extrêmement favorables dans ces eaux chargées de matières organiques décomposables. Ajoutons que les travaux de correction, de régularisation et d'endiguement, si fréquemment exécutés, ont amené une diminution des espèces animales et végétales inférieures qui vivent aux dépens des bactéries. De là l'existence d'innombrables foyers d'infection où les Écrevisses et les poissons blancs, prédisposés aux maladies pour les mêmes raisons qui favorisent la pullulation des microbes, peuvent contracter respectivement celles de la peste ou de la lépidorthose⁽³⁾.

Que des Crustacés ou des poissons ainsi infectés meurent, ils seront dévorés par des Écrevisses saines qui seront contaminées. Au fur et à mesure de leur passage sur plusieurs animaux, la virulence des bactéries augmente et c'est ainsi qu'il peut se produire des épidémies foudroyantes avec mortalité en masse, et ce, dans des eaux relativement pures ou éloignées des points où a eu lieu l'infection primitive.

La maladie, une fois apparue dans une rivière, peut s'y propager, gagner ses affluents et s'étendre dans le réseau fluvial dont elle fait partie ; elle ne paraît pas épargner, comme on l'a dit, certaines régions, eu égard à la nature de leur sol.

La peste progresse à la fois vers l'aval et vers l'amont, et probablement pour les mêmes causes. Il ne paraît pas, en effet, que

1. Le Dr Weber a constaté, en particulier, que les Écrevisses nourries avec la chair de brochets, tanches, carassins, etc., ayant succombé à la suite d'injection de cultures de *B. pestis Astaci*, périssaient en trois à douze jours avec les symptômes typiques de la peste. Le microbe inoculé aux poissons se retrouvait chez les Crustacés.

2. *Handbuch*, pp. 331 et 338 ; — *C. R. Congrès de Paris*, pp. 41-46 ; — *Allgemeine Fischerei-Zeitung*, 1900, n° 23.

3. Hofer, *Handbuch*, pp. 334-335 ; — *C. R. Congrès de Paris*, pp. 48-89 ; — *Revue internationale*, décembre 1902, pp. 4-5.

les bactéries emportées par le courant soient susceptibles de la répandre beaucoup, car, on l'a vu, il faut, pour qu'elles envahissent l'organisme de l'Écrevisse par les branchies, que l'eau soit fortement infectée. Le professeur Hofer a pu s'en rendre compte, dans le courant de l'été 1900, en plaçant des sujets sains dans une caisse en bois percée de trous, qui fut immergée dans le Woo, à une vingtaine de kilomètres en aval d'un endroit où régnait alors la maladie. Ils furent privés de nourriture et restèrent indemnes de longues semaines.

Le bacille, au contraire, envahit facilement l'organisme par les voies digestives, aussi la propagation de la peste est-elle surtout le fait des Écrevisses elles-mêmes, qui viennent se nourrir des cadavres de leurs congénères. La chose a été prouvée expérimentalement et il a d'ailleurs été remarqué que là où sévissait la peste, les sujets de 4 à 5 centimètres de longueur et au-dessous pouvaient être épargnés, parce qu'ils ne peuvent dévorer les individus malades⁽¹⁾. Les poissons doivent aussi jouer un grand rôle, soit que, comme l'anguille⁽²⁾, ils mangent aussi les Crustacés pestiférés et que les bactéries passant dans leurs déjections se trouvent disséminées à des distances parfois très grandes, soit surtout que, sujets à la lépidorthose, ils y succombent et servent après leur mort de pâture aux Écrevisses saines⁽³⁾.

Ce sont les poissons qui paraissent particulièrement intervenir dans les cas d'extension rapide vers l'amont et de franchissement des barrages. Mais, quand ces derniers sont élevés, quand il s'agit

1. Voir MICHA, *Circular des Deutschen Fischerei-Vereins*, 1883, p. 147. — MABLIENAT-LAGENIARD, *Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 1884, pp. 495-496. — DE CONTÉVIRON, *Ibid.*, 1886, p. 53. — SELIGO, « Bemerkungen über Krebspest, Wasserpest und Lebensverhältnisse des Krebses » (*Zeitschrift für Fischerei*, 1895). — HOFER, *C. R. Congrès de Paris*, p. 45.

2. DELONCLE, *loc. cit.*, p. 151. — RABÉ, *loc. cit.*, p. 41. — CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 83.

3. Peut-être les Entomostracés (*Daphnia*, *Cypris*, etc.) interviennent-ils aussi dans la dispersion du germe infectieux, mais c'est là une question à étudier. — HOFER, *Handbuch*, p. 340.

Vu le mode de propagation de la peste, le Dr HOFER préconise pour la combattre le chaulage des ruisseaux. On y déverserait 10 à 50 quintaux de chaux, suivant le débit, à 1 demi-kilomètre en amont de l'endroit où l'on observe des Écrevisses malades, c'est-à-dire circulant en plein jour, car les sujets sains ne quittent leurs trous que le soir venu. On détruirait ainsi tous les animaux susceptibles de propager la maladie vers l'amont. L'opération serait faite de préférence la nuit, moment où les Écrevisses sont surtout en mouvement. — *Handbuch*, p. 347 ; — *C. R. Congrès de Paris*, p. 46.

du passage de la maladie d'un bassin fluvial à un autre, d'autres causes doivent entrer en jeu. La propagation peut alors être attribuée à une tentative de repeuplement, aux engins de pêche, aux oiseaux ou aux insectes, et enfin à la loutre.

Qu'un déversement d'Écrevisses puisse avoir une épidémie pour conséquence, cela est évident, si les sujets employés sont infectés en tout ou en partie. Il ne paraît même pas douteux que la chose a dû se produire assez souvent.

Tout récemment encore, le cas s'est présenté en Bavière. Un locataire d'étangs de l'Algau qui avaient toujours renfermé beaucoup d'Écrevisses voulut leur infuser un sang nouveau et fit pour cela venir de Galicie soixante femelles de grande taille. A dater de cette introduction néfaste de sujets nouveaux, toutes les Écrevisses des étangs, qui communiquaient entre eux, vinrent à périr ; on pouvait voir çà et là leurs cadavres entassés sur le fond⁽¹⁾.

Le transport du *B. pestis Asiaci* par les nasses, les balances et autres appareils a été mis en évidence par MM. von Liphardt et Arnold dans des communications faites au congrès international de pêche et de pisciculture de Saint-Petersbourg en 1902. Le premier a démontré que quand ils ont été employés dans une eau infectée, ou lorsqu'il y reste, comme c'est fréquemment le cas, des débris d'Écrevisses mortes, tels que pattes, pinces, etc., le bacille pouvait y être trouvé, et la dessiccation ne lui fait pas perdre de sa virulence. Le second a constaté que dans les provinces russes où la peste était inconnue, elle éclatait quand des pêcheurs d'Écrevisses y arrivaient avec leurs engins⁽²⁾.

On a remarqué souvent que des oiseaux, entre autres les corneilles, mangeaient volontiers les Crustacés morts qu'elles trouvaient au bord des eaux, les emportant quelquefois au loin pour les dévorer tout à leur aise. Des débris de corps d'animaux pestiférés peuvent être ainsi transportés d'une rivière à une autre, à d'assez grandes distances. M. von Liphardt a, d'autre part, prouvé

1. *Allgemeine Fischerzeitung*, 15 décembre 1905, p. 451.

2. Le congrès a, en conséquence, dans ses séances des 26 février et 1^{er} mars 1902, émis le vœu suivant : « Il est à désirer de rendre obligatoire une désinfection minutieuse des engins employés pour la pêche des Écrevisses, afin de combattre la propagation de la peste des Écrevisses. »

On peut, à cet effet, mettre les filets dans de l'eau bouillante et les nasses dans un lait de chaux épais.

Voir sur tous ces points : HOFER, *Handbuch*, pp. 341-342.

que, chez des sujets nourris avec des aliments infectés, le *B. pestis Astaci* se retrouvait dans les excréments, et doué d'une virulence toute particulière. Cette action des oiseaux permet d'expliquer l'apparition de la maladie dans des lacs absolument isolés situés au milieu de forêts, comme cela est arrivé en Bavière.

Les insectes aquatiques jouent peut-être enfin un rôle analogue, et la chose paraît certaine pour la loutre, qui consomme, on le sait, de grandes quantités d'Écrevisses et de poissons.

Nous sommes donc bien renseignés sur les causes directes et indirectes de la peste des Écrevisses, et son étude est intéressante en ce qui concerne les repeuplements ; il s'en déduit l'inutilité déjà constatée d'en entreprendre dans les eaux polluées, et la nécessité de n'y employer que des sujets parfaitement sains. Mais avons-nous entre les mains un moyen de reconnaître, conformément au vœu émis par le congrès de 1900, que le *B. pestis Astaci* n'existe pas dans une rivière ?

Il ne peut être question, en pareille matière, d'examen bactériologique. Nous savons d'ailleurs que l'infection de l'Écrevisse par l'eau où elle vit ne se produit qu'exceptionnellement.

Heureusement, le même bacille qui provoque la peste est aussi la cause d'une maladie des poissons blancs, la lépidorthose, récemment étudiée par le docteur Plehn.

Cette maladie, qui paraît commune, attaque les principales espèces du groupe des Leucisciniens : chevaine (*Squalius cephalus* Sieb.), vandoise (*Squalius leuciscus* H. et Kn.), ide (*Idus melanotus* H. et Kn.), gardon ^[1] (*Leuciscus rutilus* C. et V.), rotengle (*Scardinius erythrophthalmus* Bp.), brème (*Abramis brama* Ag.) ; elle affecte aussi la carpe (*Cyprinus carpio* L.).

Un symptôme très caractéristique consiste en un redressement des écailles qui se manifeste en un point et s'étend ensuite lentement d'abord, puis plus rapidement, soit sur toute la surface du corps, soit sur la partie postérieure seule. Le poisson change d'aspect et paraît comme gonflé et soufflé par suite de l'érection

1. Cette infection possible du gardon par le *B. pestis Astaci* laisse penser que peut-être, dans les expériences effectuées par M. Dubois, les poissons de cette espèce donnés en nourriture aux Écrevisses étaient atteints de lépidorthose.

des écailles, due à l'accumulation, dans les poches où elles sont logées, d'une humeur claire comme de l'eau ⁽¹⁾.

Outre qu'elles se redressent progressivement, les écailles tombent par places, et des ecchymoses et épanchements sanguins se

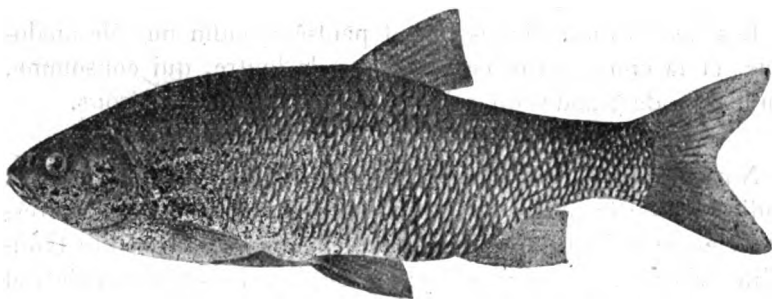


FIG. 12. — Ide mélanote atteint de lépidorthose.

(D'après Plehn.)

produisent dans la peau sur les parties hérissées, fréquemment aussi sur les nageoires et particulièrement à leur base.

A l'autopsie, on trouve la plupart du temps les vaisseaux fortement injectés de sang sur certains points. Très souvent, le péri-

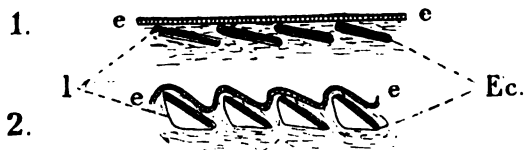


FIG. 13. — Position des écailles :

1. Chez un poisson sain. — 2. Chez un poisson lépidorthosé.
e, épiderme — Ec, écailles — l, logement de l'écaille.

(D'après Plehn.)

toine est rouge dans le voisinage de l'anus et au-dessus de la vessie natatoire ; le foie et le rein présentent des hyperémies, et la cavité viscérale est remplie d'un liquide sanguinolent.

La marche de la maladie est assez lente. Il peut se passer trois ou quatre semaines avant que les écailles soient redressées sur une notable surface.

Dans les débuts, le poisson ne semble pas souffrir, mais, au bout de quelque temps, sa respiration s'accélère, et ses mouve-

1. De là le nom de lépidorthose, qui vient de λεπίς, écaille, et ὀρθός, droit, dressé.

ments perdent de leur vivacité ; il devient de plus en plus inerte, la partie caudale paraissant souvent complètement paralysée. L'animal finit par se tenir sur le dos, battant précipitamment des ouïes et, après être resté plusieurs jours dans cet état, meurt sans convulsions ni autres signes de souffrance.

La maladie est due au *B. pestis Astaci*, qu'on trouve toujours chez les sujets atteints, en premier lieu dans les ecchymoses, puis par tout le corps.

Les symptômes de l'affection sont facilement reconnaissables. Il semble donc qu'on ait un moyen pratique de s'assurer si un repeuplement en Écrevisses est possible dans une rivière, c'est de voir si la lépidorthose n'y règne pas parmi les poissons blancs.

De fait, si l'on est à même d'en constater des cas, on sera immédiatement fixé sur l'insuccès auquel est exposé un déversement.

Malheureusement, on n'a pas souvent l'occasion d'observer la maladie dans la nature, bien qu'elle paraisse répandue, surtout dans les eaux riches en matières organiques. Les animaux qui en sont atteints, ayant la queue paralysée, deviennent ainsi une proie facile pour les ichthyophages de tout ordre.

Mais, à défaut d'observations, il semble qu'on puisse faire des expériences.

Le *B. pestis Astaci* paraît toujours s'introduire dans l'organisme des poissons par des lésions externes. On remarque, en effet, que le hérissément prend naissance d'ordinaire autour de points où manquent des écailles. De plus, il n'a jamais été possible de contaminer des poissons placés dans une eau riche en bacilles, quand le revêtement de leur corps était absolument intact. Venait-on, au contraire, dans ces conditions, à entamer la peau, on provoquait facilement l'infection.

Cette dernière paraît se produire aisément et rapidement. Nous avons pu fréquemment l'observer à Nancy, durant la saison chaude, dans les aquariums du laboratoire de pisciculture de l'École forestière, alimentés pourtant avec de l'eau de Moselle filtrée, la même que celle distribuée en ville comme boisson. En particulier, de mai à septembre 1904, il a été impossible d'y conserver chevaines ou gardons ; au bout de quelques jours, leurs écailles se redressaient par places, et ils succombaient ensuite en peu de temps.

Il nous a même été donné, soit dit en passant, de constater la transmission de la maladie des poissons aux Crustacés. Ayant reçu, le 17 mai, des Écrevisses provenant d'un ruisseau de Lorraine épargné jusqu'ici par l'épidémie, celles-ci furent réparties entre différents bacs recevant la même eau. Grand fut notre étonnement en constatant le lendemain que, dans l'un d'eux, il y avait un sujet mort et un autre se tenant élevé sur pattes, dans l'attitude caractéristique de la peste ; il succomba peu après. C'était la première fois que pareille chose se produisait, et tous les autres animaux étaient et restèrent indemnes. L'explication fut vite trouvée. Dans ce même aquarium où périssaient les Écrevisses, se trouvaient quelques petits poissons blancs présumés sains, et qui avaient contracté la lépidorthose, dont ils offraient tous les symptômes⁽¹⁾.

On a là une preuve que la maladie observée par le professeur Hofer en Russie et en Allemagne peut se déclarer en France ; s'assurer que le germe ne s'en rencontre pas dans les régions où on veut effectuer des déversements n'est donc pas précaution inutile.

Pour cela, on pourrait, vu la facilité avec laquelle les gardons, rotengles, vandoises et surtout les chevaines, vivant dans une eau où existe le *B. pestis Astaci*, contractent la lépidorthose, installer dans les rivières à repeupler des expériences en vue de constater si l'infection s'y produit.

Dans ce but, durant l'été, où la maladie sévit plus particulièrement, on pêcherait dans ces rivières des poissons blancs qui seraient ensuite placés dans des caisses à claire-voie, immergées sur des points convenablement choisis. Les animaux ainsi captifs, en se heurtant et frottant contre les parois des huches, se feront toujours quelque lésion par laquelle le bacille de la peste pourra, le cas échéant, pénétrer dans leur organisme.

Si au bout de quelques jours les poissons sont restés sains et vigoureux, il y aura de grandes chances pour qu'un repeuplement en Écrevisses ne soit pas exposé à un échec.

Il sera, au contraire, prudent de s'abstenir, si on observe dans les caisses des cas de lépidorthose bien caractérisés.

1. Une des Écrevisses pestiférées fut portée au laboratoire de microbiologie de l'Université de Nancy. Le *B. pestis Astaci* ne put toutefois être isolé ; on n'obtint en culture pure qu'une espèce voisine du *Proteus vulgaris* Hauser.

Mais il peut arriver que des poissons périssent sans présenter le symptôme du hérissément. Il y aura alors doute, car cette manifestation n'a pas toujours lieu, même quand la mort est due au *B. pestis Astaci*. L'érection des écailles, dont on ignore d'ailleurs la relation exacte avec l'infection, ne paraît survenir que quand cette dernière est à marche lente⁽¹⁾.

On pourrait peut-être résoudre la difficulté en nourrissant des Écrevisses parfaitement saines avec la chair des animaux morts ; mais, au cas où elles resteraient indemnes, le résultat ne serait pas absolument probant. Les bacilles qui proviennent de poissons lépidorthosés ont, en effet, une virulence moindre que ceux des Écrevisses pestiférées. Cette virulence est, il est vrai, susceptible d'augmenter par passage sur plusieurs Crustacés, mais cela entraînerait trop loin. Le mieux sera, dans le cas qui nous occupe, de recourir à l'examen bactériologique, en effectuant, avec les précautions requises, des prélèvements dans le sang du cœur, le rein, le foie et la rate des gardons ou chevaines morts⁽²⁾.

En résumé, il semble donc que, grâce aux travaux du docteur Plehn, on ait aujourd'hui entre les mains un moyen de reconnaître si l'introduction de l'Écrevisse dans une rivière est possible sans qu'on ait à craindre l'épidémie.

Quand on aura fait le nécessaire à cet égard, qu'on se sera assuré d'autre part, pour les raisons indiquées au début, que l'eau est suffisamment pure et suffisamment riche en calcaire, il n'y aura pas d'autres constatations à faire antérieurement aux versements. La question de température n'est à considérer que pour le choix de l'espèce à adopter, et quant à celle de la nourriture, il n'y a pas à s'en préoccuper, l'Écrevisse, absolument polyphage, trouvant partout de quoi subvenir à ses besoins. L'en-

1. Quand on procède à des inoculations, on détermine une infection générale, accompagnée d'un redressement des écailles, en pratiquant des injections à faible dose (0^{cc},2) sur les sujets maintenus dans une eau à 10° C. Quand on opère à fortes doses, ou à une température de 16°, les poissons meurent rapidement avant d'avoir présenté le symptôme typique de la lépidorthose. — PLEHN, *loc. cit.*

2. S'il faut expédier des poissons à un laboratoire de microbiologie, il conviendra de le faire au plus tôt après le décès, qu'on peut même ne pas attendre. On enveloppera chaque sujet à part dans un linge ou un papier, et on les placera dans une caissette avec un emballage de paille de bois, mousse, sciure, etc. Si l'on peut ajouter de la glace, ce sera toujours une bonne précaution. Il sera indispensable d'aviser par télégramme le laboratoire de l'envoi qui lui est fait et d'adresser en même temps par lettre tous les renseignements pouvant être utiles aux recherches.

quête préalable sera donc close, et on passera à l'exécution des repeuplements ; c'est alors des conditions bonnes ou mauvaises dans lesquelles ils seront effectués que dépendra le succès, dont la possibilité aura été préalablement reconnue.

ESPÈCE A ADOPTER POUR LES REPEUPEMENTS

Il existe dans les eaux françaises deux espèces ou variétés d'Écrevisses, l'une dite à pattes ou pieds rouges, l'autre à pattes ou pieds blancs ou gris.

La première ; *Astacus fluviatilis* (Rondelet [¹]), ou *nobilis* (Huxley), qui se trouve aussi dans les provinces baltiques de la Russie, la Suède méridionale, l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie et le nord de l'Espagne, se distingue par plusieurs caractères extérieurs facilement appréciables.



Le rostre qui termine la tête présente deux dents latérales éloignées de son extrémité du tiers au moins de sa longueur totale, et dont l'intervalle est beaucoup inférieur à cette distance ; au delà et jusqu'à sa base, ses côtés sont presque parallèles. Son bord ventral n'est pas épineux.

La crête post-orbitaire, qui s'élève au-dessus de l'œil, se déprime ensuite pour se terminer par une élévation plus ou moins distincte, parfois piquante ; de là, en somme, deux saillies successives sur la carapace.



FIG. 14. — Carapace et telson d'*Astacus fluviatilis* (d'après Huxley).

La division postérieure de la lamelle médiane du battant de la queue, ou telson, est très notablement plus petite que l'antérieure.

La couleur générale est brune, vert sombre ou noirâtre, le dessous des pinces et l'extrémité des pattes ambulateurs offrant une teinte rougeâtre qui a valu à l'animal le nom

1. M. le Dr J. Pellegrin a bien voulu m'écrire que, régulièrement, il fallait écrire : *A. fluviatilis* Fabricius, mais, si l'attribution à Rondelet n'est peut-être pas absolument conforme aux règles admises, c'est celle presque universellement adoptée par les auteurs.

sous lequel il est communément désigné. Ce dernier caractère n'a cependant pas la même valeur que les autres, à cause de la grande variabilité de la coloration, due à deux pigments, l'un rouge, l'autre bleuâtre, qui peuvent chacun disparaître plus ou moins complètement suivant les circonstances [¹] (voir planche I).

L'Écrevisse à pattes blanches : *Astacus torrentium* (Schranck), ou *fontinalis*, ou *longicornis* ou *pallipes* (Lereboullet [²]), ou *saxatilis* (Heller), ou *tristis* (Kolck), s'étend moins vers le nord et l'est que la précédente, et plus au sud et à l'ouest; son aire d'habitation comprend l'Angleterre, la France, l'Espagne, l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie, la Dalmatie et la Grèce.

Le rostre de cette espèce a une forme générale triangulaire; les dents latérales, voisines de son sommet, n'en sont séparées que par une distance à peu près égale à l'intervalle qu'elles présentent entre elles. Il existe une ou deux épines bien développées sur le bord ventral de ce rostre.

La crête post-orbitaire s'abaisse graduellement en arrière, sans se relever en pointe à son extrémité : le céphalothorax n'offre ainsi, auprès de l'œil, qu'une seule protubérance.

La division terminale du telson est relativement forte, sa longueur n'est que peu inférieure à celle de la partie basilaire.

La teinte générale est un vert plus ou moins clair, le dessous des membres étant blanchâtre. On peut signaler aussi, comme



FIG. 15. — Carapace et telson d'*Astacus torrentium* (d'après Huxley).

1. C'est à la dissolution du pigment bleu dans l'eau chaude qu'est due la couleur rouge de l'Écrevisse cuite.

2. M. Faxon considère *A. torrentium* et *A. pallipes* comme deux espèces distinctes. Chez la première, la pointe du rostre ne dépasse pas l'extrémité de l'avant-dernier article de l'antennule; le rostre n'est pas caréné à la pointe; le branchiostégite ne présente pas d'aspérités. Au contraire, chez la seconde, qui ne se trouve pas en France, mais en Autriche et Bavière, la pointe du rostre atteint à peu près l'extrémité de l'article terminal de l'antennule; il y a une crête médiane près de la pointe du rostre; il existe une ou plusieurs épines sur le branchiostégite. — « A Revision of the Astacidae » (*Memoirs of the Museum of comparative zoology of Harvard College, Cambridge, Massachusetts*, 1885).

caractère accessoire, que les pinces sont moins renflées et plus profondément fendues que chez l'Écrevisse à pattes rouges (voir planche II).

Les deux espèces ne se croisent pas entre elles⁽¹⁾; du reste, la saison des amours paraît commencer plus tôt pour la seconde que pour la première. Toutes deux ont leurs préférences en ce qui concerne la nature des eaux.

L'*A. fluviatilis* ne peut prospérer dans les eaux froides, vives et peu profondes. Si l'on avait donc à procéder à un repeuplement dans ces conditions, il faudrait recourir à l'*A. torrentium* qui, comme l'indique son nom, se plaît dans les remous des ruisseaux à courant rapide, à fond caillouteux, et dans le voisinage des sources. Mais il est bien rare qu'on ait à propager cette dernière, car les eaux limpides et fraîches qu'elle est seule susceptible d'habiter sont d'ordinaire bien peuplées, l'épidémie n'y ayant exercé que peu ou point de ravages. C'est ainsi que dans certaines parties du Jura et des Cévennes on fait encore aujourd'hui de belles pêches de cette espèce⁽²⁾.

Il n'y a, au contraire, que l'Écrevisse à pattes rouges qui puisse résister dans les eaux stagnantes ou peu courantes de 1^m,50 à 2 mètres, et relativement chaudes. Le docteur Rabé⁽³⁾ l'a trouvée en abondance, près de Lignorelles (Yonne), dans une mare sale et jaune, de 15 mètres de largeur au plus, située sur un terrain argilo-calcaire; elle occupait l'emplacement d'une carrière abandonnée et était alimentée uniquement par les égouts des terres en culture avoisinantes. La température devait souvent y dépasser 22° C. S'il y a lieu, ce qui se présentera fréquemment, de procéder à des repeuplements dans de semblables circonstances, le choix de l'*A. fluviatilis* s'impose.

Mais, si cette dernière espèce se rencontre surtout dans les rivières de plaine, avec le barbeau, les chevaines, les ablettes, et l'autre vers les têtes de bassins, dans la zone de la truite et de l'ombre, il n'y a pas entre elles de ligne de démarcation nettement tranchée; dans un grand nombre de cours d'eau, toutes deux trouvent également des conditions d'existence favorables.

1. CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 9. — HUXLEY, *loc. cit.*, p. 217.

2. DELONGLE, *loc. cit.*, p. 248.

3. *Loc. cit.*, pp. 67-68.

Les élevages entrepris en 1864 par Carbonnier⁽¹⁾, dans le domaine de Villiers, près La Ferté-Alais (Seine-et-Oise), appartenant au marquis de Selves, montrent bien que, dans des endroits naturellement peuplés d'Écrevisses à pattes blanches, celles à pattes rouges peuvent parfaitement se plaire et se multiplier. Dans ce cas, la réussite d'un repeuplement est également possible avec l'une ou l'autre espèce. A laquelle donner la préférence ?

Quand on a ainsi le choix, aucune hésitation n'est possible, l'*A. fluviatilis* l'emportant par la taille et la qualité.

A l'appui de la première affirmation on peut mettre en parallèle les poids moyens respectifs, aux différents âges, des deux sortes d'Écrevisses.

AGES	<i>A. fluviatilis</i>			<i>A. torrentium</i>
	d'après Sauvadon et Soubeyran (?)	d'après Carbonnier (?)	d'après Deloncle (?)	d'après Koltz (?)
1 mois . . .	08 ^r ,15	08 ^r ,15	08 ^r ,15	08 ^r ,09
1 an	1 ,30	1 ,50	1 ,50	1
2 ans. . . .	3 ,50	4	4 ,50	2 ,80
3 ans. . . .	6 ,50	10	10	7
4 ans. . . .	17 ,50	16	17	11
5 ans. . . .	18 ,50	22	22	13
6 ans. . . .	»	25	27	17
7 ans. . . .	»	30	35	22
8 ans. . . .	»	36	40	25
9 ans. . . .	»	43	45	29

Les chiffres qui précèdent n'ont certainement pas une grande valeur absolue, car il est aujourd'hui contesté que la croissance de l'Écrevisse soit aussi lente qu'ils le laissent ressortir⁽⁶⁾; leur comparaison est cependant instructive. On peut, il est vrai, objecter qu'ils sont empruntés, pour les deux espèces, à des auteurs différents. Mais Carbonnier⁽⁷⁾ qui, dans l'établissement de Villiers, dont il a été question ci-dessus, a pu observer dans les mêmes conditions les Écrevisses à pattes rouges et à pattes blan-

1. *Loc. cit.*, pp. 142 et suivantes.

2. « Des Écrevisses et de leur culture » (*Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 1865, pp. 401-404).

3. *Loc. cit.*, p. 73.

4. *Loc. cit.*, p. 139.

5. D'après M. BELLOC, *Noms scientifiques et vulgaires des poissons et crustacés d'eau douce*, p. 144. Paris, Masson, 1899.

6. Le Dr Hofer estime qu'une Écrevisse pèse : — à deux-trois ans, 25 grammes, — à quatre ans, 75 grammes, — à cinq ans, 125 grammes. — BELLOC, *loc. cit.*, pp. 190-191.

7. *Loc. cit.*, p. 10.

ches, rapporte que les dimensions des premières sont environ le double de celles des secondes ; pour celles-ci, un poids de 65 à 70 grammes est une exception, tandis qu'il n'est pas rare de rencontrer chez les autres des individus pesant de 120 à 140 grammes. Le docteur Rabé⁽¹⁾ signale aussi la grosseur remarquable des sujets d'*A. fluviatilis* pêchés dans le Beuvron, affluent de l'Yonne, habité par les deux espèces.

La supériorité de l'Écrevisse à pattes rouges au point de vue de la taille est d'ailleurs reconnue officiellement. Aux termes de l'article 8 du décret du 5 septembre 1897, elle ne peut être pêchée qu'autant qu'elle mesure 8 centimètres de l'œil à l'extrémité de la queue déployée ; pour celle à pattes blanches, la longueur minima n'est fixée qu'à 6 centimètres.

Quant à ce qui est de la qualité, la première l'emporte encore sans contestation possible. Elle seule est appréciée des gourmets et mérite d'être servie en buisson. Le goût beaucoup moins fin et délicat de l'autre espèce la fait d'ordinaire réserver aux bisques et aux coulis⁽²⁾.

Il n'a été jusqu'ici question que des Écrevisses indigènes, mais il aurait été bien étonnant qu'à la suite de leur disparition de la majorité de nos cours d'eau, on n'ait pas essayé l'introduction de Crustacés d'origine étrangère. C'est effectivement ce qui a lieu, et on a pensé, dans ce but, à l'*Astacus leptodactylus* (Escholtz)^[3], et aux *Cambarus*.

La première espèce, de son nom français : Écrevisse à pinces grêles, se trouve en Hongrie, en Roumanie, et dans presque toute la Russie d'Europe ; elle se plaît non seulement dans les eaux douces, mais aussi dans celles saumâtres ou même salées : c'est ainsi qu'elle vit à des profondeurs considérables dans la partie sud de la mer Caspienne⁽⁴⁾.

1. *Loc. cit.*, p. 5.

2. CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 11.

3. On rattache à l'*A. leptodactylus* : l'*A. pachypus* Rathke (eaux saumâtres, bassin du Dniester, Caspienne) ; *A. angulosus* (Crimée, Caucase) ; et l'*A. colchicus* Kessler (Caucase).

4. GERSFELDT, « Ueber die Flusskrebse Europas » (*Mémoires de l'Académie de Saint-Petersbourg*, 1859). — KESSLER, « Die russischen Flusskrebse » (*Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*, 1874).

Cette Écrevisse se distingue facilement de celles peuplant les eaux françaises.

Le rostre, dont la forme générale est à peu près la même que chez l'*A. fluviatilis*, présente sur ses bords, en arrière des deux dents latérales plus ou moins saillantes, cinq ou six pointes aiguës.

L'extrémité arrière de la crête post-orbitaire est encore plus distincte et plus épineuse que chez l'espèce à pieds rouges.

La partie de la carapace recouvrant les branchies, ou branchiostégite, est plus ou moins hérissée de piquants.

Les pinces des pattes ravisseuses sont allongées et leurs griffes, tant fixes que mobiles, sont grêles, à bords opposés presque droits et peu tuberculés.

Le dos et les flancs ont une coloration brun verdâtre, tandis que la partie inférieure du corps présente une teinte d'un blanc grisâtre; les membres sont jaunes, pointillés d'ocre; le dessous des pinces, les extrémités des pattes et les antennes sont rouges (voir planche III).

Cette Écrevisse à pinces grêles, qu'on trouve quelquefois dans les envois faits de Russie, mélangée à celle à pattes rouges, fait reculer devant elle cette dernière espèce, qu'elle a plus ou moins chassée des rivières se jetant dans la mer Blanche, ainsi que d'un grand nombre de torrents et de lacs de la Finlande⁽¹⁾. Ces tendances envahissantes ne sont pas pour la recommander, d'autant que, si elle atteint de plus belles dimensions que l'*A. fluviatilis*⁽²⁾, elle lui est inférieure comme qualité. Enfin, elle est tout aussi sujette que cette dernière à la maladie de la peste. Bref, il n'y a pas de raisons pour tenter d'introduire cette espèce dans les eaux françaises; il y en a, au contraire, pour en proscrire l'emploi dans les repeuplements.

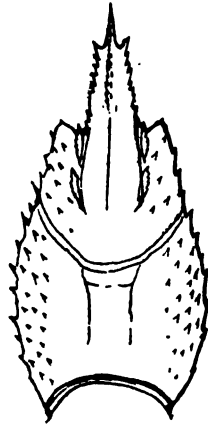


FIG. 16. — Carapace et telson d'*Astacus leptodactylus*.

1. KESSLER, *loc. cit.*

2. On a pêché près de Samara des sujets d'*A. leptodactylus* de 0^m,40 de longueur. — KUSNETZOW, *Fischerei und Thiererbeutung der Gewässer in Russland*, p. 80. Saint-Petersbourg, A. Laschinsky, 1898.

Les *Cambarus* sont des Écrevisses de l'Amérique septentrionale. Comme celles d'Europe, ce sont des Crustacés décapodes macroures, de la famille des Homarides et de la tribu des Astaciens. Les deux genres *Astacus* et *Cambarus* sont très voisins ; mais, tandis que chez le premier il y a une pleurobranchie sur le dernier somite thoracique, il n'y en a pas chez le second ; ils ont donc respectivement dix-huit⁽¹⁾ et dix-sept branchies de chaque côté du corps. De plus, chez le *Cambarus*, l'orifice de la glande verte se trouve au sommet de l'éminence que présente l'article basilaire (protopodite) de l'antenne, et non sur la face postérieure. Enfin, les mâles ont le premier appendice abdominal bifide et dentelé au sommet, et le troisième article (ischiopodite) des pattes ambulateurs muni, pour une paire d'entre elles au moins, d'une sorte de crochet ; pour les femelles, elles présentent sur le sternum, entre les naissances des derniers membres thoraciques, une petite dépression conique bien nette, l'*annulus ventralis*⁽²⁾ [voir planche VII].

Le nombre d'espèces de ces Crustacés américains est fort élevé, on en compte soixante-dix-neuf⁽³⁾. Parmi celles-ci, il en est deux dont l'acclimatation a été tentée en Europe, le *C. affinis* (Say) et le *C. virilis* (Hagen).

Elles appartiennent au même groupe⁽⁴⁾ dans lequel les mâles ont les appendices du premier somite abdominal fourchus, se terminant par deux pointes allongées presque droites, et possèdent un crochet sur l'ischiopodite à la troisième paire de pattes thoraciques.

Le *C. affinis* habite les lacs Érié et Supérieur et les rivières tributaires de l'Atlantique des États de New-York, Pensylvanie, Maryland et Virginie⁽⁵⁾. Il semble préférer les eaux profondes, chaudes, où il se tient sous les pierres plates des rives, mais se

1. Il y a en outre deux ou trois pleurobranchies rudimentaires sur les cinquième, sixième et septième somites thoraciques de l'*Astacus*. — Huxley, *loc. cit.*, p. 195.

2. HAY, « The Astacidae of North America » (*The American Naturalist*, vol. XXXIII, pp. 960-961. Boston, Ginn. 1889).

3. *Ibid.*, p. 957.

4. Groupe IV de Faxon, *loc. cit.*

5. HARRIS, « An ecological catalogue of the Crayfishes belonging to the genus *Cambarus* » (*Science Bulletin of the University of Kansas*, vol. II, p. 68 et p. 137, published by the University Lawrence, Kansas).

trouve aussi dans de petites rigoles vaseuses ⁽¹⁾ et est donc en somme assez indifférent sur la nature des eaux et des fonds. L'accouplement, d'après les observations faites sur des sujets en captivité, a lieu en novembre-décembre et en février, mars, avril ⁽²⁾.

Les caractères distinctifs de cette espèce sont les suivants :

Le rostre n'offre pas de carène médiane longitudinale, ses côtés sont droits, presque parallèles, il porte des dents latérales.

La crête post-orbitaire présente une pointe saillante.

Il y a, immédiatement en arrière du sillon cervical, un piquant bien développé sur le branchiostégite ; ce dernier est en outre épineux.

La coloration est assez variable : la plupart des individus sont brun verdâtre foncé, mais il est des sujets offrant des tons rougeâtres, bleuâtres, opalins (voir planche IV).

Le *C. virilis* a une aire d'habitation plus considérable que le précédent, qui s'étend sur presque tout l'immense bassin du Mississipi, sur la région des Grands-Lacs et sur une partie du Canada (lac Winnipeg) [3]. Il abonde dans les rivières à eaux courantes peu profondes, mais fréquente aussi les lacs. On le trouve plutôt sur les fonds rocheux, bien qu'il se rencontre aussi dans des étangs ou fossés vaseux ⁽⁴⁾. Sans être aussi fouisseuse que d'autres espèces (*C. diogenes* Gir., *C. gracilis* Bundy, etc.), cette Écrevisse creuse des galeries dans les berges, un peu au-dessous du niveau de l'eau, et s'y retire aux approches de l'hiver, se comportant de même en cas d'assèchement des mares ou rigoles ⁽⁵⁾. Les femelles pondent au printemps.

Le *C. virilis* a un rostre non caréné, à bords droits, muni ou non de dents latérales.

1. ALLOTT, « Notes on the habits of certain Crayfishes » (*American naturalist*, vol. VII, pp. 80-84, 1873). — FAXON, *loc. cit.* — HARRIS, *loc. cit.*, p. 158.

2. ANDREWS, *American naturalist*, 1895.

3. HARRIS, *loc. cit.*, p. 130-135 et p. 138.

4. BUNDY, « The Crustacean Fauna of Wisconsin » (*Transactions Wisconsin Académie Sciences, Arts and Letters*, vol. V, pp. 117-184, 1882). — HARRIS, « Annotated Catalogue of the Crayfishes of Kansas » (*Kansas University Quarterly*, vol. IX, pp. 263-274). — *Id.*, *Loc. cit.*, p. 157.

5. Ces galeries peuvent être considérables. Un *C. virilis* a été trouvé, à Kansas City (Missouri), à beaucoup plus de 30 mètres de distance de l'eau et à une profondeur de 2^m,70. — HARRIS, *loc. cit.*, p. 135.

La saillie de la crête post-orbitaire n'est pas piquante ou l'est fort peu.

Le branchiostégite est inerme ou ne présente que de faibles aspérités ; il n'y a pas d'aiguillon latéral sur la carapace, ou celui-ci est peu développé.

Le sillon cervical n'y forme pas une ligne continue, il est interrompu sur les côtés (voir planche V).

L'élevage des deux espèces qui viennent d'être décrites a été entrepris en 1896-1897 par M. Raveret-Wattel⁽¹⁾, à la station aquicole du Nid-du-Verdier, près Fécamp. On espérait beaucoup de cet essai, les *Cambarus* étant susceptibles d'acquies de belles dimensions⁽²⁾ et leur chair passant, celle surtout du *C. virilis*, pour plus délicate encore que celle de l'Écrevisse à pattes rouges. Il semblait, d'autre part, d'après une expérience faite par M. Max von dem Borne, à Berneuchen, que ces Crustacés fussent rebelles à l'infection par le *B. pestis Astaci*⁽³⁾.

Malheureusement, outre que ce dernier point demanderait à être bien élucidé, les résultats obtenus n'ont pas été de nature à encourager les repeuplements en *Cambarus*. Il y a au moins doute sur l'intérêt que peut présenter leur introduction dans les eaux françaises. Le mieux est donc de s'abstenir.

La conclusion de tout ce qui vient d'être exposé est donc qu'à moins de circonstances exceptionnelles, l'Écrevisse à pattes rouges est la seule qu'il y ait lieu de propager. C'est d'elle seule, à moins d'indication contraire, qu'il sera par conséquent question dans toute la suite de cette étude.

MODE DE REPEUPLEMENT

Il pourrait sembler séduisant, au premier abord, d'appliquer à la propagation de l'Écrevisse des procédés analogues à ceux de

1. « Essai d'acclimatation d'Écrevisses américaines à Fécamp » (*Bulletin de la Société d'Aquiculture*, 1896, pp. 241-246). — « Le *Cambarus virilis* à la station aquicole de Fécamp » (*Ibid.*, 1897, pp. 113-114).

2. Les sujets de *C. affinis* envoyés à Fécamp mesuraient, en moyenne, 140 millimètres de l'extrémité du rostre à celle de la queue; ceux de *C. virilis*, 130 millimètres. — RAVERET-WATTEL, *loc. cit.*, 1896, p. 242; — 1897, p. 113.

3. *Allgemeine Fischerei-Zeitung*, 1892, p. 139.

la pisciculture, qui permettent d'obtenir, dans des conditions convenables, de grandes quantités d'alevins déversés ensuite dans les cours d'eau.

Les conditions ne sont, malheureusement, pas du tout les mêmes, à cause de la grande différence dans les modes de reproduction des poissons et des Écrevisses.

Chez ces dernières, dans la deuxième quinzaine d'octobre et surtout pendant le mois de novembre ⁽¹⁾, les mâles recherchent les sujets de l'autre sexe et s'accouplent avec eux pour déposer la liqueur séminale sur leur plastron sternal, entre les naissances des deux paires postérieures de pattes thoraciques. Cette liqueur, de couleur blanchâtre et de consistance épaisse, se solidifie, au fur et à mesure de son émission, en petits vermicules dont l'ensemble constitue une tache d'aspect crayeux, permettant de reconnaître immédiatement les femelles fécondées.

La ponte a lieu depuis les derniers jours d'octobre jusque vers le 25 décembre, suivant le rapprochement sexuel, qui n'influe d'ailleurs aucunement sur elle ⁽²⁾, à une distance qui peut varier d'un à cinquante jours. Pour cette opération, qui dure de vingt-quatre à quarante-huit heures, l'Écrevisse, se tenant sur le dos ou se soulevant au contraire sur ses pinces et ses pattes, courbe sa queue en demi-cercle, le telson ramené sous le thorax de manière à former une sorte de chambre. Les œufs y sont expulsés au milieu d'un abondant mucus grisâtre. La mère les saisit au fur et à mesure de leur sortie des oviductes, au moyen des fines pinces de ses premières et deuxième pattes ambulatrices, et les transporte vers les appendices de son abdomen, où ils se fixent à l'un des longs poils qui les garnissent, englués qu'ils sont de matière visqueuse. Celle-ci remplit toute la cavité de la queue repliée et se solidifie à sa surface en contact avec l'eau, donnant naissance à une sorte de voile qui ne tarde pas à se déchiqueter en lambeaux ; il se détache complètement au bout d'une à deux semaines. On aperçoit alors les œufs qui, attachés aux

1. Nous avons eu l'occasion de constater quelques fécondations tardives — 25 décembre 1901, 24 janvier 1902 — mais naturellement sans résultat, l'époque des pontes étant passée.

2. Il peut arriver qu'il y ait ponte sans fécondation préalable : les œufs périssent alors après leur ponte.

rames caudales par des sortes de pédoncules, non adhérents entre eux, se présentent sous forme d'une belle grappe d'un noir vineux.

L'incubation est fort longue et dure de six mois et demi à sept mois. Au début ou dans le courant de mai, la couleur primitive des œufs se modifie : ils deviennent rougeâtres et demi-transparents, laissant apercevoir l'embryon, dont on peut bientôt après observer les mouvements et évolutions sous la coque où il est renfermé. Enfin, entre le début de juin et la mi-juillet, les éclosions se produisent, et la mère, enfin débarrassée de son encombrante progéniture, objet de ses soins constants, peut enfin quitter les retraites dont elle n'est guère sortie depuis l'époque de la ponte.

Dans les conditions où s'effectue la reproduction de l'Écrevisse, quel emploi peut-on faire des méthodes usitées en pisciculture ?

Il ne saurait être d'abord question de fécondation artificielle. Tout ce que l'on pourrait peut-être faire pour éviter que, dans l'accouplement, la femelle n'ait à pâtir des procédés brutaux du mâle, et assurer le dépôt de la matière fécondante à l'endroit convenable, serait de procéder comme l'indique Carbonnier (1). Prenant de chaque main, à la saison des amours, des sujets de sexe différent, cet observateur les rapprochait en les plaçant plastron contre plastron. Aussitôt, rapporte-t-il, le mâle étreignait la femelle et les deux animaux, mis ensuite dans l'eau, ne se séparaient pas ; au bout de cinq à six minutes la fécondation était opérée.

Nous avons, à différentes reprises, opéré comme il vient d'être dit sans obtenir aucun résultat : les Écrevisses, loin de chercher à s'unir, se repoussaient et s'éloignaient rapidement l'une de l'autre dès qu'elles n'étaient plus maintenues en contact. Il ne semble donc pas que la pratique des accouplements forcés soit de toute facilité ; il y a probablement un moment psychologique à saisir (2). D'ailleurs, si on admet que, dans les conditions naturelles, le tiers des œufs environ n'est pas fécondé (3), a-t-on vraiment des chances d'obtenir un bien meilleur résultat en intervenant dans le rapprochement sexuel ?

1. *Loc. cit.*, p. 18.

2. CARBONNIER (*loc. cit.*, p. 29), déclare que les succès qu'il a obtenus lui ont permis de connaître d'une manière certaine les conditions où il faut se placer pour opérer avec succès. Il est regrettable qu'il ne les ait pas fait connaître.

3. CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 29.

L'incubation artificielle pourrait présenter plus d'utilité, à cause des nombreuses causes de destruction auxquelles sont exposés les œufs. On estime, en effet, qu'entre la ponte et l'éclosion, il en périt à peu près soixante sur cent, enlevés de la grappe au fur et à mesure par la mère ⁽¹⁾. C'est le fait des crevettes d'eau douce, des larves d'insectes aquatiques tels que nêpes, notonectes et dytiques, et d'autres voraces ou parasites de toute espèce.

Pour diminuer ce déchet, on a essayé d'abord, comme pour les salmonides, les auges à claies en verre inventées par Coste ⁽²⁾. Mais les œufs, qui, quand ils sont attachés aux pattes natatoires maternelles, se trouvent constamment agités par elles, se couvraient de limon et s'altéraient rapidement ⁽³⁾.

L'emploi de petits appareils à courant ascendant, analogues à celui de Zug, en usage pour l'incubation des œufs de corégones, qui demandent à être maintenus toujours en mouvement, a été expérimenté récemment au laboratoire de l'École forestière ; les résultats ont jusqu'ici été négatifs.

Le seul succès en cette matière est dû à Carbonnier. Ayant coupé la queue d'une Écrevisse grenée, il la vida de toutes les parties charnues susceptibles de se corrompre et l'immergea sous la chute d'une fontaine, en la maintenant à mi-profondeur d'eau par une ficelle lestée à une extrémité d'une balle de plomb et munie à l'autre d'un gros flotteur en liège. Ce bouchon recevait toutes les fois qu'il remontait un choc qui le faisait plonger de 5 à 6 centimètres ; il en résultait un ballotement continu des œufs, ressemblant assez aux mouvements produits par l'Écrevisse elle-même. Ces œufs arrivèrent normalement à terme. Mais, outre que le procédé n'est guère susceptible de passer dans la pratique courante, l'expérience n'avait été entreprise que quinze jours avant l'éclosion, les embryons étant donc déjà presque parvenus au terme de leur développement. Nous avons essayé plusieurs fois de procéder comme l'a fait Carbonnier, en opérant sur

1. CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 42.

2. CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 44.

3. CARBONNIER, *loc. cit.*, pp. 45-46.

On a cependant obtenu des résultats satisfaisants au laboratoire départemental de pisciculture de l'Oise en mettant des œufs d'Écrevisse sur des claies d'appareils à incubation pour salmonides ; mais ces œufs n'ont été détachés de l'abdomen maternel qu'un mois seulement avant leur éclosion. (Conseil général de l'Oise : *Rapport de l'Ingénieur en chef*. Beauvais, 1905.)

des femelles sacrifiées peu après la ponte ; toujours la décomposition a été prompte. Contrairement à ce qu'ont paru croire certains auteurs (1), la vie des œufs doit cependant, dès le début, être indépendante de celle de la mère. Si on a réussi en Amérique l'incubation artificielle de ceux du Homard, dans les jarres automatiques de Mac-Donald (2), il n'y a aucune raison pour qu'on ne puisse pas aboutir avec ceux de l'Écrevisse. Malheureusement, l'astaciculture en est encore à chercher ses méthodes.

Si les procédés artificiels ne trouvent pas ici leur application, on pourrait favoriser la production naturelle, en mettant en présence, à la saison convenable, des mâles et femelles bien sélectionnés, puis en parquant ces dernières, après fécondation, dans des conditions telles que les œufs n'aient à courir que peu ou point de risques de destruction. Bien qu'on soit exposé, en entrant dans cette voie, à des déceptions nombreuses, on obtient des éclosions. Mais comment élever les menues bestioles qu'on obtient, qui ont à subir plusieurs mues dans les premiers mois de leur existence et dont l'humeur batailleuse est telle que dès leur naissance elles se livrent entre elles de furieux combats ?

Il semble donc, qu'en définitive, il n'y a guère à espérer produire, en laboratoire, les jeunes Écrevisses, dont un nombre considérable serait nécessaire pour les repeuplements. Il faut encore, cela va sans dire, bien moins compter pouvoir les capturer dans les eaux naturelles. Disons, d'ailleurs, qu'on ne doit peut-être pas le regretter, car le problème du transport d'animaux aussi délicats et fragiles présenterait sans doute, à lui seul, des difficultés plus insolubles encore que toutes les autres.

Le seul procédé applicable, pour réintroduire l'Écrevisse dans les rivières d'où elle a disparu, consiste donc à immerger des sujets adultes, aptes à la reproduction, capturés dans les régions où l'espèce est encore abondante. S'ils se plaisent dans les eaux où ils sont déversés, ils s'y maintiennent, font souche, et le repeuplement s'opère naturellement et progressivement.

1. « Existerait-il pour les œufs quelque canal de communication avec la circulation générale de la mère, analogue au cordon placentaire ? On serait tenté de le croire » (RABÉ, *loc. cit.*, p. 33).

2. U. S. COMMISSION OF FISH AND FISHERIES, *A manual of Fishculture*, pp. 229-238 ; Washington, Government printing office, 1900.

Tant qu'on n'aura pas obtenu, dans l'élevage de l'Écrevisse, des résultats plus satisfaisants que ceux acquis jusqu'à ce jour, c'est à cette méthode, usuelle d'ailleurs, qu'il conviendra de s'en tenir. Il y a d'ailleurs de sérieuses chances pour qu'en tout état de cause ce soit toujours le plus pratique et le plus économique.

PROVENANCE DES SUJETS DE REPEUPLEMENT

S'il faut n'essayer l'introduction de l'Écrevisse que dans les eaux non infectées, il va de soi qu'il convient de n'y déverser que des animaux parfaitement sains. Malheureusement, ceux employés sont presque toujours fortement sujets à caution.

Les Écrevisses, en France, ne se rencontrent plus que sur de rares points ; leur pêche est, en outre, assez souvent interdite ; on est donc amené à recourir à l'étranger, dont nous sommes déjà tributaires pour les besoins de notre consommation, quand il s'agit d'effectuer un repeuplement.

L'emploi, pour cet usage, de Crustacés originaires de Russie, de Suède ou de Danemark ne va cependant pas sans de graves inconvénients.

Tout d'abord, les animaux ont à souffrir du changement de conditions d'existence : les eaux où on les introduit peuvent différer notablement de celles où ils ont été capturés, comme pureté, profondeur, débit, température, nature de fonds. Leur acclimatation présente, de ce fait, des difficultés singulièrement aggravées par l'état dans lequel les Écrevisses arrivent à destination.

Supposé, en effet, ce qui est le cas le plus favorable, qu'elles soient directement expédiées des lieux de pêche aux endroits où doivent s'effectuer les déversements, elle restent au moins quatre jours en route. Ce long trajet leur est fort préjudiciable : elles sont gênées dans leurs fonctions respiratoires, exposées à des ruptures de membres et envahies facilement par les microbes de tout genre. Le professeur Hofer, ayant envoyé de Munich des Écrevisses saines dans diverses contrées d'Allemagne, il fut constaté qu'à l'arrivée 20 ou 30 %, parfois même la moitié des sujets, étaient infectés de bactéries (¹). Rien d'étonnant à

1. G. R. *Congrès de Paris*, p. 47.

ce que, dans ces conditions, il y ait, à l'arrivée, des déchets d'autant plus considérables que le voyage a été plus long, la température plus élevée, l'emballage moins soigné ; ils peuvent se monter jusqu'au cinquième des fournitures ⁽¹⁾. Les sujets parvenus en vie sont eux-mêmes affaiblis, et beaucoup périssent dont les cadavres sont ramenés par les filets des pêcheurs dans les premiers jours qui suivent leur mise à l'eau.

A quel résultat doit-on s'attendre quand, au lieu de faire venir directement les Écrevisses des pays d'origine, on se contente, ce qui est à la fois le plus simple et le plus usuel, de les acheter aux marchands de comestibles ? Celles-ci, depuis le moment où elles ont été prises, ont généralement eu à subir plusieurs transports, séparés par des séjours dans les entrepôts des commerçants en gros où elles attendent, entassées, qu'il y ait des commandes à satisfaire ; un dernier stage a lieu enfin dans les magasins des détaillants jusqu'au moment de l'achat définitif. De tels Crustacés, éprouvés tant par les voyages que par les périodes de repos dans des conditions peu hygiéniques, ont à la rigueur une vitalité suffisante pour être livrés à la consommation ; mais les employer aux repeuplements, c'est aller au-devant d'un échec presque assuré.

Il y a, d'ailleurs, à déverser dans les rivières des Écrevisses vouées à une mort prochaine, un risque plus grave à courir que celui de dépenser inutilement de l'argent, c'est celui d'une infection des eaux par le microbe de la peste, qui peut très bien être apporté avec les sujets de repeuplement. C'est à quoi l'on est exposé avec ceux d'origine allemande ou russe. Il est possible qu'ils proviennent de régions où sévit l'épidémie ; on n'a aucune garantie à cet égard. D'ailleurs, les Écrevisses, saines au moment de leur capture, peuvent être contaminées par la suite, après leur passage par les dépôts des marchands en gros. C'est par centaines de mille qu'on compte parfois les Crustacés qui y sont entassés ⁽²⁾, Crustacés pêchés tant dans les contrées où règne la maladie

1. Cette proportion a été observée à plusieurs reprises dans les envois de sujets de repeuplement faits par divers fournisseurs aux agents forestiers de Meurthe-et-Moselle (Vézélise, 1898 ; Pont-à-Mousson, 1900, 1902).

2. HOFER, C. R. *Congrès de Paris*, p. 47.

Le grand marchand d'Écrevisses de Cologne, M. Micha, a acheté en Russie et Finlande, en 1900, 14819 909 sujets représentant un poids de 720 400 kilogr. — « Ueberblick und Statistik des Krebsausfuhrgeschäftes, in Russland » (*Revue internationale*, février 1902, pp. 16-22).

que dans celles où elle est encore inconnue. Il y a des chances sérieuses pour que l'organisme d'un grand nombre se trouve envahi par le *B. pestis Astaci*. Qu'il se rencontre de tels animaux dans une fourniture pour repeuplement, la tentative n'est pas seulement inutile, elle peut être nuisible s'il existe des Écrevisses ou des poissons blancs dans le cours d'eau où elle a lieu. L'apparition ou la réapparition de la peste, signalée sur certains point du territoire français, par exemple dans les environs de Saint-Dié, pendant l'été 1903 (1), dans la Haute-Marne en 1904, ne tiendrait-elle pas souvent à une introduction imprudente de sujets infectés ?

Les inconvénients inhérents à l'emploi d'Écrevisses étrangères n'existent pas, ou du moins sont grandement atténués quand on recourt à celles de provenance indigène. Il y a des régions où quelques ruisseaux ont été épargnés par l'épidémie ayant sévi il y a vingt à vingt-cinq ans et peuvent fournir des sujets pour les rivières avoisinantes à repeupler. L'acclimatation ne souffrirait certainement pas grandes difficultés. Tout d'abord, les conditions biologiques seront à peu près semblables dans les eaux où les animaux ont vécu et dans celles où on les introduira ; puis, les distances à parcourir entre les lieux de pêche et de déversement n'étant pas considérables, le transport n'entraînera pas grandes fatigues, si on prend les précautions convenables. Ajoutons enfin, ce qui a bien son importance, qu'on peut, pour les opérations, tenir compte des circonstances météorologiques, chose impossible en cas de commandes faites au commerce. Que les eaux soient basses, la température élevée, il faut quand même prendre livraison et procéder aux déversements.

L'emploi des Écrevisses françaises présente des avantages si évidents qu'on se demande pourquoi, là où il était possible, il a été relativement rare jusqu'ici. Ceci tient à ce qu'il ne va pas sans quelques difficultés.

Il est indubitable, en effet, que les repeuplements avec sujets indigènes demandent beaucoup de soins et occasionnent des embarras plus ou moins grands ; ceux qui en sont chargés ont à se

1. Les Écrevisses ont péri en grand nombre en juin, juillet et août dans le ruisseau du Taintrout. (*Revue des Eaux et Forêts*, 1903, p. 570.)

Voir aussi, à ce sujet, ce qui est relatif à l'épidémie des étangs de l'Algau, p. 33.

préoccuper de la pêche, de l'emballage, du transport, toutes choses dont ils n'ont pas le souci en cas d'achats faits à des commerçants, car il n'y a alors qu'à recevoir les colis à la gare la plus proche du lieu de déversement.

La pêche, en particulier, ne présente pas seulement des difficultés en ce qui concerne la capture des animaux, qui exige la connaissance des jours et heures favorables, le choix d'engins et appâts convenables; pour pouvoir s'y livrer, il faut d'abord en avoir le droit. L'Écrevisse ne se rencontre guère que dans les rivières non navigables ni flottables, qui ne font pas partie du domaine public; il en résulte que, pour s'y procurer des sujets de repeuplement, il faut obtenir des riverains l'autorisation nécessaire. Il y a là matière à négociations, mais elles doivent être plus aisées qu'il ne semble à mener à bonne fin. L'entente avec un grand nombre de personnes n'est pas indispensable; il suffit, en effet, de pouvoir opérer sur quelques points bien choisis. De plus, cette entente est grandement facilitée par la prohibition absolue de la pêche de l'Écrevisse, édictée en plus d'un département par arrêté préfectoral. Les riverains se trouvent ainsi ne posséder qu'un droit tout théorique dont ils auraient mauvaise grâce à se prévaloir contre l'intérêt public, en s'opposant à la capture de sujets pour repeuplements. Si d'ailleurs on ne pouvait obtenir purement et simplement les quelques adhésions nécessaires, il serait certainement facile de venir à bout des résistances par l'allocation de menues indemnités. L'argent ainsi dépensé serait, certes, mieux employé qu'à l'achat d'animaux suspects de provenance étrangère.

Ce qui montre la possibilité de procéder comme il vient d'être dit, c'est que la chose a été faite. Les agents du service hydraulique de Meurthe-et-Moselle ont pu, de 1892 à 1897, époque à laquelle l'administration des ponts et chaussées cessa d'avoir la pêche dans ses attributions, faire prendre, du consentement des riverains, dans certains ruisseaux suffisamment peuplés, des Écrevisses qui furent transportées et immergées sur divers points du département (1).

1. Conseil général de Meurthe-et-Moselle : *Rapport de M. le Préfet et délibérations*. — *Annexes : Rapports annuels de l'Ingénieur chef du Service hydraulique*. — Nancy, Berger-Levrault et C^{ie}.

Il est vrai de dire que ces déversements ne paraissent pas avoir produit grand effet, et c'est probablement aussi à cause des résultats peu encourageants ainsi obtenus que la préférence est allée aux sujets achetés dans le commerce. Mais cette conclusion tirée de tentatives infructueuses est-elle logique ? Ne doit-on pas plutôt attribuer l'échec à ce qu'on a tenté des repeuplements dans des eaux où il n'était pas possible de réussir, ou bien à ce que la pêche, le transport, la mise à l'eau ont été effectués dans de mauvaises conditions ?

D'ailleurs, on a réussi en d'autres endroits, en employant cette même méthode qui n'a donné en Meurthe-et-Moselle que des résultats peu appréciables. Le repeuplement de la Superbe, affluent de la Saône, a été obtenu ainsi par l'École pratique d'agriculture de Saint-Remy (Haute-Saône). Les sujets nécessaires furent pêchés en 1884 dans un ruisseau où la maladie n'avait pas sévi ; en 1891, le succès était complet et on procédait à d'autres essais dont les résultats étaient, en 1897, des plus satisfaisants⁽¹⁾.

Sauf impossibilité de procéder autrement, et dans ce cas il y aura lieu à mesures spéciales de précaution, il faut renoncer absolument aux Écrevisses étrangères du commerce pour les repeuplements, si on ne veut aller à un insuccès à peu près certain et s'exposer à des risques très graves. Quitte à faire des déversements moins abondants et à ne disposer que d'animaux de moins belle taille, il vaut mieux, toutes les fois qu'on le peut, recourir aux sujets indigènes⁽²⁾.

Les conclusions qui viennent d'être énoncées peuvent être appuyées par des faits.

Quand, en 1901, fut installé le laboratoire de pisciculture de l'École forestière, des recherches relatives à l'Écrevisse y furent entreprises. On fit l'acquisition des animaux nécessaires chez les marchands de comestibles. La mortalité fut telle dès les premiers

1. CHABOT-KARLEN, *Bulletin de la Société nationale d'Agriculture de France*, 1896, p. 214.

2. Il faut d'ailleurs reconnaître que l'interdiction de la pêche de l'Écrevisse dans certains ruisseaux normalement peuplés, comme cela a lieu dans quelques départements où la prohibition est édictée d'une manière absolue pour tout le territoire, n'a de raison d'être qu'autant qu'on vient prendre dans ces ruisseaux des sujets de repeuplement. On ne peut pas priver les riverains de l'exercice d'un droit si l'intérêt public n'est pas en jeu. Or il n'y a aucun bénéfice, au point de vue général, à retirer de la défense faite, si les Crustacés si jalousement protégés ne sont pas utilisés à des déversements.

jours qu'il fut impossible même de commencer les observations.

Cet échec amena à essayer, l'année suivante, l'élevage de sujets capturés dans le pays ; ils se comportèrent très bien.

Une comparaison entre les Écrevisses de provenance française et étrangère devait présenter de l'intérêt.

Quinze de ces Crustacés furent achetés au commerce entre le 17 et le 31 octobre 1902 et placés dans des bacs séparés, alimentés par une eau dont la température était à cette époque de 10° à 12° C. Sur ce nombre, sept moururent durant les huit premiers jours, quatre dans la semaine suivante, un au bout d'un mois ; trois seulement purent être conservés six mois et plus. C'étaient cependant les individus les plus vigoureux parmi tous ceux d'un lot mis en vente, le marchand en ayant laissé faire le choix.

Au contraire, quinze Écrevisses ayant été pêchées les 30 octobre et 4 novembre aux environs de Nancy et installées en tout dans les mêmes conditions que les précédentes, il ne se produisit pas de pertes avant mai 1903.

L'expérience était concluante, mais un éleveur du Nord, M. J. Lebon (1), a fourni des preuves encore plus convaincantes en la matière.

Ayant établi en 1892, sur sol argileux, un étang alimenté par un petit ruisseau issu d'une source distante de 200 mètres, il y introduisit des Écrevisses, soi-disant de la Meuse, achetées chez un marchand de poissons d'Avesnes. Le résultat fut absolument négatif.

L'année suivante, même tentative ; la fourniture des Crustacés, dont deux tiers étaient des femelles chargées d'œufs, fut faite par un pisciculteur de Paris. Nouvel et complet échec.

En 1894, M. Lebon, au lieu d'acheter les sujets de repeuplement, se les procura en faisant pêcher dans une ancienne carrière des environs, abandonnée à cause de l'abondance des eaux de source et convertie en étang à eau froide et limpide. L'année suivante, on constate une réussite complète : les animaux introduits se sont parfaitement acclimatés, ils s'accroissent et se reproduisent.

Ce succès encourage le propriétaire à donner à son élevage une

1. « Notes sur un essai d'élevage d'Écrevisses » (*Bulletin de la Société d'Aquiculture*, 1903, pp. 217-220).

plus grande extension, il fait procéder à des travaux d'agrandissement et d'amélioration bien compris, mais a l'idée malencontreuse de joindre, aux 350 Écrevisses de pays qu'il possède, 500 sujets venant de Cologne. On juge de sa déception quand, au bout d'un an, il ne retrouve plus un seul Crustacé ! Tout avait disparu, à la suite, très probablement, d'une épidémie de peste dont le bacille devait infecter tout ou partie des animaux achetés en Allemagne (1).

Il est impossible, ce semble, d'avoir un exemple plus décisif tant du succès qui peut être obtenu avec les Écrevisses indigènes que de l'échec auquel sont voués les repeuplements effectués avec celles de provenance étrangère et des désastres qui peuvent être la conséquence de leur introduction dans nos eaux.

PROPORTION A ADMETTRE ENTRE LES SUJETS DES DEUX SEXES

La distinction des sexes, chez l'Écrevisse, est chose des plus aisées.

Les canaux déférents du mâle viennent s'ouvrir sur la pièce basilaire (coxopodite) de chacune des dernières pattes thoraciques, au milieu d'une petite protubérance facile à discerner. Mais un caractère bien plus apparent est donné par les appendices des deux premiers anneaux de la queue. Au lieu d'être, comme les suivants, membraneux, aplatis, bien garnis de soies, ils sont semi-cornés, peu ou point ciliés, et plus ou moins profondément modifiés en organes annexes de l'appareil génital.

Le premier est constitué par une pièce unique, styloforme, comprenant une base courte surmontée d'une lame longue, mince, légèrement échancrée à l'extrémité, à côtés recourbés en dedans, l'un enveloppant l'autre à demi, de façon à former un tube ouvert aux deux bouts sur la moitié antérieure. Le second appendice, aux dimensions près, qui sont environ deux fois plus fortes, se rapproche comme forme générale des pattes dites natatoires

1. M. Lebon a bien voulu, tout récemment, me faire part que, depuis la publication de son article en 1903, il a éprouvé un nouvel insuccès avec des Écrevisses achetées à Cologne. Mais en 1904 il a pu se procurer des Crustacés d'un étang voisin (où ils étaient acclimatés depuis dix ans) et cette fois la réussite a été complète : les animaux ont crié et se sont multipliés.

des troisième, quatrième et cinquième segments de l'abdomen, mais présente du côté interne un prolongement enroulé sur lui-même, en forme de cornet. (Voir figures 17-18.)

En temps ordinaire, ces organes spéciaux sont dirigés en avant et appliqués contre le plastron sternal entre les naissances des

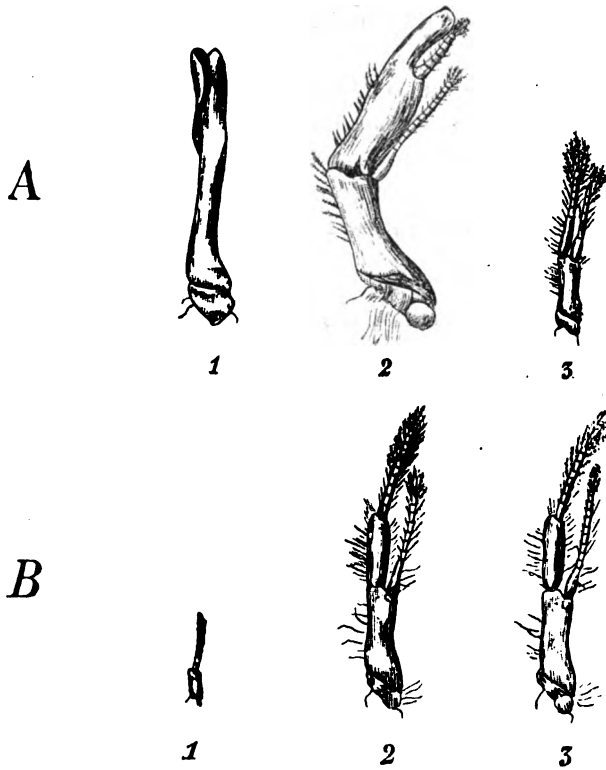


FIG. 17. — Appendices des trois premiers anneaux de l'abdomen chez l'*Astacus torrentium* vus par leur face postérieure.

A chez le mâle. B chez la femelle.

(D'après Huxley.)

deux ou trois dernières paires de membres thoraciques. Au moment de l'accouplement, ils se redressent, le mamelon où aboutit le canal déférent se trouve alors à l'ouverture arrière du tube de l'un, le reste de l'espace vide en ce point étant fermé par le cornet de l'autre. La matière séminale doit donc s'engager dans le tube, à l'extrémité duquel elle sort en filaments vermiculaires. Son évacuation, qui présente quelque difficulté à raison de sa consistance

visqueuse, est facilitée par un mouvement de va-et-vient à la pièce en cornet, dont les circonvolutions s'engagent en effet dans celles de la lame de l'appendice précédent. Cette forme lui permet de jouer dans cette dernière, et elle empêche son obstruction en chassant en avant le liquide fécondant ⁽¹⁾.

Chez la femelle, les orifices des oviductes sont indiqués par des tubercules parfaitement visibles à la base des pattes ambulatrices de la deuxième paire. Les appendices du premier anneau de l'abdomen peuvent manquer ; quand ils existent, ils sont très petits et réduits à un court filament imparfaitement articulé. Ceux du second ne diffèrent en rien des trois suivants.

Les différences qui viennent d'être signalées sont bien tranchées et facilement appréciables. On peut encore remarquer que les mâles ont les pinces plus renflées et le thorax plus gros ; chez les femelles, au contraire, la queue est relativement beaucoup plus large, ce qui se comprend à cause de l'abri qu'elle doit fournir aux œufs ; les pattes natatoires, qui ont à supporter ces œufs durant leur incubation, sont aussi notablement plus développées (voir planche VI).



FIG. 18. — Face antérieure du second appendice abdominal de l'*Asacus torrentium* mâle.
(D'après Huxley.)

Cette facilité de distinguer les sexes a un grand intérêt pratique, car elle permet, dans les déversements, d'introduire les mâles et les femelles en nombres respectivement convenables.

En général, dans toutes les opérations de repeuplement, il sied de se rapprocher autant que possible des conditions naturelles ; le mieux paraît donc d'adopter entre les sexes la même proportion qui existe dans les eaux où l'Écrevisse est installée depuis de longues années.

Pour apprécier cette proportion, nous avons fait effectuer, en 1903, plusieurs pêches dans un ruisseau des environs de Nancy où la peste n'a jamais étendu ses ravages, et ce à l'époque où les

1. Nous avons cependant, le 24 octobre 1902, observé semblable obstruction chez une Écrevisse qui, après avoir fécondé une femelle la veille, avait été isolée dans un bac et y fut trouvée morte. Mais le décès était-il dû à cet accident, ou ce dernier s'était-il produit à la suite d'un spasme d'agonie, l'animal ayant péri pour une autre cause ?

mâles et femelles circulent également, soit avant l'époque de la reproduction⁽¹⁾. Elles ont donné les résultats consignés dans le tableau suivant :

DATES	ENGINS EMPLOYÉS	SUJETS CAPTURÉS			
		QUANTITÉS ABSOLUES		QUANTITÉS RELATIVES	
		Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
2 septembre	Épervier	11	15	42,3	57,7
10 —	»	8	6	57,1	42,9
18 —	»	6	7	46,1	53,9
26 —	Nasses	11	12	47,8	52,2
8 octobre.	»	18	20	47,4	52,6
17 —	»	10	8	55,5	44,5
Résultats d'ensemble		64	68	48,5	51,5

Les deux sexes sont donc, à peu de chose près, également représentés. Il semblerait en résulter que les mâles ne s'accouplent, chaque année, qu'avec une seule femelle. Il en va cependant tout autrement. Carbonnier⁽²⁾ a, en effet, observé deux fécondations successives et soupçonnait qu'il devait même s'en produire trois ou quatre. Le docteur Rabé⁽³⁾ pensait qu'il pouvait y en avoir cinq ou six.

Pour être renseigné sur ce point, nous avons, pendant deux années de suite, installé quelques mâles dans des bacs, à la fin d'octobre ou au commencement de novembre, en compagnie de femelles qui étaient immédiatement enlevées et remplacées lorsque le rapprochement sexuel avait eu lieu. Ces expériences, qui ont porté sur des sujets mesurant, de l'œil à l'extrémité de la queue déployée, de 8 à 11 centimètres, ont donné, pour ceux qui n'ont pas été victimes d'accidents, les résultats indiqués ci-après.

Il résulte des observations faites que les mâles s'accouplent en moyenne quatre fois durant la saison des amours, et qu'il y a des individus pouvant féconder jusqu'à huit femelles dans le courant d'un mois.

1. Les premières Écrevisses fécondées prises cette année dans ce ruisseau furent capturées à la main le 2 novembre.

2. *Loc. cit.*, p. 28.

3. *Loc. cit.*, p. 31.

N ^o des sujets	DATES DES FÉCONDATIONS								OBSERVATIONS	
	Première	Deuxième	Troisième	Quatrième	Cinquième	Sixième	Septième	Huitième		
ANNÉE 1902										
Sujets achetés au commerce										
1	25 oct.	26 oct.	27 oct.	1 ^{er} nov.	»	»	»	»	{ Après le 6 novembre, il ne fut possible d'introduire une nouvelle femelle que le 14 novembre. Celle-ci fut dévorée le 8 décembre, au moment où elle allait pondre. A été seul les 28 et 29 octobre.	
2	26 oct.	3 nov.	»	»	»	»	»	»		
3	2 nov.	3 nov.	24 janv.	»	»	»	»	»		
ANNÉE 1903										
Sujets pêchés le 20 octobre dans un ruisseau de Meurthe-et-Moselle										
4	22 nov.	»	»	»	»	»	»	»	{ A été seul les 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 26, 27 novembre. Est resté seul les 29 et 30 novembre. La fécondation du 25 novembre a été peu abondante et sans effet utile, la matière fécondante ayant été déposée sur les pièces buccales de la femelle.	
5	5 nov.	8 nov.	10 nov.	11 nov.	18 nov.	19 nov.	25 nov.	29 nov.		
6	14 nov.	24 nov.	25 nov.	28 nov.	2 déc.	»	»	»		

On voit par là que, dans la nature, où les deux sexes sont à peu près également représentés, beaucoup d'appétits masculins ne peuvent être satisfaits. De là des combats acharnés. Le mâle qui rencontre un rival sur sa route engage avec lui un duel où l'un des combattants reste d'ordinaire sur place. Quant aux pauvres femelles, objets de si féroces compétitions, elles aussi ont à pâtir, tiraillées qu'elles sont souvent entre plusieurs prétendants se disputant leurs faveurs. Aussi, pendant la période des accouplements, de nombreuses Écrevisses périssent victimes de la lutte pour la satisfaction de l'instinct génésique. Nombreuses aussi sont celles qui en sortent mutilées et y laissent même une de leurs pattes ravisseuses, accident dont elles conservent longtemps la marque. Si, en effet, grâce à la faculté que possèdent les Crustacés de remplacer leurs membres amputés, il se forme dans le moignon un bourgeon donnant graduellement naissance à une pince nouvelle, celle-ci, d'abord très petite, n'acquiert qu'au bout de plusieurs mues des dimensions à peu près semblables à celles de sa symétrique restée intacte.

Fournir aux sujets introduits à grands frais dans une rivière l'occasion de semblables batailles n'offre évidemment aucune utilité. On est donc conduit, dans les déversements, à ne pas faire la part égale aux deux sexes, mais à réduire celle des mâles. Ceci a d'ailleurs un autre avantage, celui de permettre, pour une même dépense, d'avoir plus de femelles et par suite d'obtenir en beaucoup plus grande abondance l'éclosion de jeunes Écrevisses dans les eaux à repeupler, au mois de juin suivant l'opération.

Faut-il maintenant adopter exactement la proportion d'un mâle pour quatre femelles, calculée d'après les observations faites au laboratoire de l'École forestière ? Ce serait peut-être exagéré. Le sujet pour lequel ont été relevés huit accouplements successifs peut avoir été exceptionnellement prolifique ; il paraît aussi probable qu'en cas de fécondations répétées, les dernières n'ont pas la valeur des premières. Il est donc prudent de ne pas s'en tenir rigoureusement aux chiffres résultant des constatations faites.

Une conclusion en découle cependant, c'est que, dans les repeuplements, on a jusqu'ici attribué une importance un peu trop forte aux mâles. Ils ont presque toujours figuré pour un tiers dans le nombre total des sujets déversés : ils pourraient avanta-

geusement n'en constituer que le quart. Jusqu'à ce que des recherches plus nombreuses et approfondies aient permis d'établir avec quelque précision la proportion à adopter entre les sexes, celle à recommander paraît donc être d'un mâle pour trois femelles.

TAILLE DES SUJETS A EMPLOYER DANS LES DÉVERSEMENTS

Lorsque des Écrevisses sont introduites dans un cours d'eau en vue de le repeupler, le tout n'est pas qu'elles se maintiennent et s'accroissent, l'opération n'est couronnée de succès qu'autant qu'elles se sont reproduites. Il s'agit donc d'obtenir ce résultat le plus tôt et le mieux possible, ce à quoi on arrive en n'immergeant que des sujets parfaitement adultes.

En ce qui concerne les femelles, la complète maturité sexuelle paraît peu précoce; c'est seulement à un certain âge que presque toutes deviennent mères à peu près régulièrement chaque automne. Jusque-là, ou le développement de beaucoup d'individus n'est pas suffisant pour qu'ils soient aptes à propager l'espèce, ou les pontes ne sont pas annuelles.

Des recherches instituées par la Société impériale russe de pêche et de pisciculture, en vue de déterminer les dimensions auxquelles les Écrevisses peuvent être capturées et mises en vente sans que le peuplement des cours d'eau ait à en souffrir, nous fournissent ici d'intéressants renseignements. D'après les constatations faites, en 1900, par MM. Arnold et von zur Mühlen⁽¹⁾, sur 502 femelles examinées :

De	69	ayant	0 ^m ,105	de	longueur,	66	étaient	œuvées,	soit	95,7	%
—	162	—	0	,10	—	130	—	—	—	80,2	—
—	100	—	0	,095	—	59	—	—	—	59	—
—	121	—	0	,09	—	42	—	—	—	34,7	—
—	50	—	0	,085	—	11	—	—	—	22	—

Il en résulte qu'il convient de n'employer dans les repeuplements que des Écrevisses femelles ayant au moins 10 centimètres de longueur totale, ce qui correspond à 8 centimètres en-

1. *Allgemeine Fischerei-Zeitung*, 1901, pp. 269 et 303.

viron, mesure prise, comme cela a généralement lieu en France, de l'œil à l'extrémité de la queue déployée. De tels sujets ont donc exactement la taille réglementaire au-dessous de laquelle ils ne peuvent être pêchés ; ils pèsent en moyenne 25 grammes et sont capables de pondre, au commencement de l'hiver, à peu près deux cent cinquante œufs dont il ne reste guère qu'une centaine au moment des éclosions. A s'en rapporter aux indications fournies par Carbonnier⁽¹⁾ et Soubeyran⁽²⁾, leur âge serait de quatre à cinq ans.

Il va de soi que des femelles de dimensions supérieures seront encore plus fécondes et plus prolifiques, mais il n'arrivera pas fréquemment qu'on ait occasion d'en faire usage dans les déversements. Les belles Écrevisses sont malheureusement très rares en France et, pour en avoir de provenance étrangère, il faut payer des prix élevés et proportionnés à la taille des sujets.

Les mâles ne paraissent pas plus précoces que les individus de l'autre sexe, mais se développent plus vite, ce qui se comprend d'ailleurs. Ils peuvent en tout temps circuler librement et chercher pâture, tandis que les femelles, alourdies par la grappe d'œufs qu'elles portent sous la queue, ne quittent guère, pendant les sept mois que dure l'incubation, les galeries où elles se retiennent au moment de la ponte. Durant toute cette longue période, elles ne peuvent pas beaucoup avoir d'autre souci que celui de leur progéniture et s'alimentent peu.

D'après Sauvadon et Soubeyran, les mâles de trois ans seraient déjà aussi gros que les femelles ayant une année de plus.

Cette supériorité de taille des premiers, admise d'ailleurs par tous les auteurs, se trouve assez bien mise en évidence par les constatations faites dans un petit cours d'eau de Meurthe-et-Moselle où une vingtaine de pêches à l'Écrevisse furent effectuées à différentes dates entre le 2 septembre 1903 et le 15 juillet 1904. Les résultats des recherches, qui portaient sur les dimensions et le sexe des animaux capturés, sont consignés dans le tableau qui suit :

1. *Loc. cit.*, p. 73.

2. *Loc. cit.*

MESURE prise de l'œil à l'extrémité de la queue déployée	NOMBRE		PROPORTION pour cent sujets	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
0 ^m ,04	10	22	7,3	17,5
0 ,05	18	23	13,1	18,3
0 ,06	36	27	26,3	21,4
0 ,07	35	16	25,5	12,7
0 ,08	23	27	16,8	21,4
0 ,09	9	10	6,6	7,9
0 ,10	6	1	4,4	0,8
Totaux.	137	126	100	100

L'impossibilité d'apprécier l'âge des sujets ne permet pas de comparaisons précises sur la rapidité de la croissance chez les deux sexes. Il résulte cependant des chiffres donnés que les mâles l'emportent quelque peu. Leur longueur moyenne est en effet de 0^m,067, celle des femelles n'étant que de 0^m,063.

On ne semble pas, jusqu'ici, avoir attaché une importance quelconque à ce qu'il y ait une différence entre les Écrevisses de l'un et l'autre sexe employées dans les repeuplements. Bien au contraire, celles-ci sont presque toujours de même grosseur, étant achetées au commerce, où les animaux sont répartis en lots d'après leurs dimensions, suivant lesquelles varie le prix.

La supériorité de taille reconnue aux mâles n'est cependant pas seulement la conséquence de meilleures conditions d'existence, elle a une raison d'être au point de vue de la propagation de l'espèce.

Que se passe-t-il, en effet, au moment de la reproduction ?

Les mâles recherchent avec affectation les femelles, mais celles-ci, qui pourtant ne se tiennent pas alors tapies dans leurs galeries, ne paraissent pas éprouver le même besoin. De fait, si l'ardeur des premiers, dont les canaux déférents sont gorgés de liqueur séminale, est chose toute naturelle, l'indifférence des secondes, vu leur rôle passif dans l'accouplement, ne s'explique pas moins. Toujours est-il que quand des Écrevisses de sexe différent se rencontrent à l'arrière-saison, après s'être reconnues d'un attouchement d'antennes, l'une se précipite en avant, l'autre fuit en arrière. Mais, après quelques passes, le contact se produit, et les animaux en viennent aux prises ; un combat commence

alors, dont la durée et le résultat varient suivant la grosseur respective des individus en présence.

Si le mâle est plus petit, il ne tarde pas à se repentir de sa témérité, en voyant comment sont reçues ses avances, et est renvoyé, souvent quelque peu malmené, à de plus jeunes amours.

Si les antagonistes sont de même force, le duel est long, acharné et d'issue douteuse. Il se termine pourtant d'ordinaire par la victoire du mâle, plus vigoureux à taille égale ; mais la femelle fait une belle défense. Elle n'est souvent qu'incomplètement maîtrisée au moment décisif de l'accouplement, et la fécondation a lieu dans de mauvaises conditions, la liqueur séminale se trouvant répandue au hasard, souvent sur les lames de la rame caudale, parfois sur la carapace. Puis, dans quel état les deux adversaires sortent-ils de la lutte ? Ce ne sont que membres brisés et arrachés, surtout chez les vaincues, qui meurent en grand nombre. M. Peupion⁽¹⁾ rapporte à ce sujet une constatation faite en Allemagne sur une pièce d'eau qui avait été peuplée en Écrevisses, les deux sexes étant également représentés ; on ne retrouva plus, en la vidant un an après, que la moitié des sujets féminins, les autres avaient été victimes des mâles, restés à peu près au complet.

Tout se passe au contraire normalement, et comme l'a décrit un consciencieux observateur, M. Delaval⁽²⁾, quand le mâle est le plus grand. Il renverse la femelle sur le dos et lui saisit fort adroitement entre ses pinces les quatre membres ambulatoires de chaque côté pour les écarter du corps. Elle demeure immobile, les pattes ravisseuses étendues en avant, et la queue repliée en avant contre le sternum, formant un dernier obstacle qui ne tarde pas à être levé. L'accouplement ne dure que quelques minutes. Quand il est terminé, on peut apercevoir à l'endroit convenable, c'est-à-dire entre les naissances des dernières pattes thoraciques de la femelle, la tache blanchâtre formée par la matière fécondante déposée par le mâle.

En tenant compte ainsi des indications fournies par la manière dont se comportent les Écrevisses au moment de la reproduction,

1. *Traité de pisciculture*, Paris et Nancy, Berger-Levrault et C^{ie}.

2. « Reproduction de l'Écrevisse à pattes rouges » (*Bulletin de la Société d'Acclimation*, 1899).

nous n'avons, en 1902 et 1903, éprouvé aucune perte consécutive aux accouplements. En 1901, au contraire, où les sujets mis en présence à fins de rapprochement étaient de même force, les cas de mort ou mutilation avaient été assez nombreux.

Quand on effectue un repeuplement, il convient donc, pour que les Écrevisses introduites se maintiennent et se propagent, que les sujets de sexe différent aient des tailles différentes, les mâles devant être quelque peu plus gros. Leur taille minima sera donc d'environ 9 centimètres, mesure prise de l'œil à l'extrémité de la queue déployée, si, comme on l'a établi, celle des femelles est fixée à 8 centimètres.

ÉPOQUE DES REPEUPLEMENTS

A moins de faire usage pour les déversements, suivant une pratique peu recommandable, des sujets conservés en viviers fournis par le commerce, il n'est pas possible de se procurer en toute saison les Écrevisses nécessaires. A certains moments, elles ne peuvent être facilement capturées ; à d'autres, elles sont trop exposées à souffrir de la pêche ou du transport pour qu'on puisse les utiliser aux repeuplements.

Les époques favorables sont surtout restreintes pour les femelles.

Suivons, en effet, une de ces dernières dans toutes les phases de son existence annuelle à partir du rapprochement sexuel.

Celui-ci a lieu à la fin de l'automne, plus ou moins tôt, suivant, probablement, les circonstances météorologiques.

Les dates suivantes ont été relevées, durant les deux dernières années, pour les fécondations d'un certain nombre de sujets mis en observation au laboratoire de l'École forestière.

DATES	1902-1903 Écrevisses achetées au commerce (1)	1903-1904 Écrevisses pêchées en Lorraine
20-25 octobre.	3	»
26-31 —	3	»
<i>A reporter.</i>	6	»

1. A deux exceptions près.

DATES		1902-1903 Écrevisses achetées au commerce	1903-1904 Écrevisses péchées en Lorraine
—		—	—
<i>Report</i>		6	»
1-5 novembre.		6	1
6-10 —		1	2
11-15 —		»	3
16-20 —		»	2
21-25 —		»	3
26-30 —		»	3
1-5 décembre.		»	1
6-10 —		»	»
11-15 —		»	»
16-20 —		»	»
21-25 —		»	»
26-31 —		»	»
1-5 janvier .		»	»
6-10 —		»	»
11-15 —		»	»
16-20 —		»	»
21-25 —		1	»
Totaux.		14	15

En ne tenant pas compte des accouplements tardifs et anormaux, comme celui de janvier 1903, la saison des amours dure donc environ un mois et se trouve comprise entre le 15 octobre et le 1^{er} décembre.

Après le rapprochement sexuel, l'Écrevisse femelle, toujours éprouvée, souvent mutilée, a besoin de repos, et ce n'est pas le moment de venir la prendre pour la transporter au loin.

On a pourtant parfois cru bien faire en effectuant des déversements de femelles fécondées. Venant de subir les fatigues de l'accouplement, se préparant à affronter celles de la ponte, elles ne peuvent constituer que des sujets de repeuplement peu vigoureux. Disons d'ailleurs, et ce par expérience, que les Écrevisses à plastron marqué d'une tache crayeuse, achetées chez les marchands de comestibles à l'arrière-saison, ne deviennent mères qu'exceptionnellement. Ou, en effet, elles sont naturellement stériles⁽¹⁾, ou, ce qui est le cas le plus fréquent, elles avaient déjà pondu au

1. Il arrive parfaitement que des femelles stériles soient fécondées : trois cas ont été ainsi observés en 1903 au laboratoire de l'École forestière. Il arrive aussi que des femelles non fécondées pondent des œufs tout à fait normaux en apparence, mais qui naturellement se décomposent au bout d'un certain temps (trois cas en 1903).

moment où elles ont été capturées, et leurs œufs ont été enlevés, comme susceptibles d'impressionner désagréablement les consommateurs. Mais les pédoncules par lesquels ils étaient suspendus aux pattes natatoires résistent plus ou moins au râclage, sous forme de petits filaments brunâtres, et permettent de reconnaître les individus sur lesquels cette opération a été pratiquée.

La ponte ne tarde guère en général. La femelle, après s'être isolée dans un abri qu'elle se creuse presque toujours dans les berges, à une profondeur plus ou moins grande suivant que les eaux sont ou non exposées à geler, en ressort au bout d'un temps de repos variable, et alors a lieu l'expulsion des œufs.

Pour les sujets en observation à l'École des eaux et forêts, dont les dates de fécondation sont indiquées plus haut, celles ci-après ont été relevées pour les pontes :

DATES	1903 Écrevisses achetées au commerce	1904 Écrevisses pêchées en Lorraine
—	—	—
25-31 octobre	1	»
1-5 novembre	»	»
6-10 —	5	»
11-15 —	4	»
16-20 —	»	1
21-25 —	»	1
26-30 —	»	3
1-5 décembre	»	3
6-10 —	»	1
11-15 —	»	»
16-20 —	»	2
21-25 —	»	1
Femelles mortes entre l'accouplement et la ponte	6	»
Femelles restées stériles	1	3
Totaux	14	15

La saison des pontes dure donc environ un mois et peut se prolonger jusqu'à la fin de décembre.

On peut remarquer, en passant, que la date de l'expulsion des œufs n'a aucun rapport avec celle de la fécondation ; les délais suivants ont en effet été observés entre elles :

TABLEAU

NOMBRE DE JOURS	1902	1903
1 à 5.	3	2
6 à 10.	3	3
11 à 15.	1	»
16 à 20.	»	2
21 à 25.	»	1
26 à 30.	»	2
31 à 35.	»	1
36 à 40.	»	»
41 à 45.	»	»
46 à 50.	»	1
Totaux	7	12

Ainsi donc, depuis le début d'octobre jusqu'à la fin de décembre il n'y a pas à songer entreprendre des repeuplements.

Aussitôt après la ponte, les femelles rentrent dans leurs abris et ne les quittent plus de l'hiver; les mâles en font autant dès que la saison devient rigoureuse. Inutile alors de vouloir attirer les Écrevisses par des appâts; on pourrait à la rigueur les capturer à la main, mais ceci ne laisse pas d'être pénible quand les eaux sont froides. Ajoutons, d'ailleurs, qu'en sortant l'animal de son élément en temps de gelée, on l'expose à une mort rapide.

C'est seulement vers le début du printemps que notre Crustacé recommencera à circuler quelque peu, mais les mères, gênées dans leurs mouvements par le poids de leur progéniture, ne s'éloignent jamais beaucoup de leurs refuges. A ce moment, il est loisible de les capturer pour les repeuplements quand la température est favorable. Nous avons pu nous assurer à quatre reprises différentes que la pêche et le transport ne sont alors préjudiciables ni aux femelles ni à leurs œufs, et ces derniers viennent tout aussi bien à terme, que les sujets qui les portent aient été pris en mars, en avril ou au commencement de mai.

Vers le milieu de ce dernier mois se termine, pour les déversements, ce qu'on pourrait appeler la campagne de printemps. L'éclosion est proche, elle peut se produire dès le commencement de juin. A ce moment, les jeunes Écrevisses sortent de leur coque, qui s'ouvre en deux valves, restent une dizaine de jours suspendues, de leurs pinces terminées en hameçons, aux pattes natales de la mère, et, après avoir cherché encore refuge auprès d'elle pendant un temps qui peut aller jusqu'à quatre semaines, la quittent définitivement.

Les femelles peuvent enfin circuler à leur aise et s'alimenter. Mais c'est alors qu'a lieu l'accroissement. Enveloppé dans une carapace rigide, l'animal ne peut y grandir, aussi la rejette-t-il tout d'un coup : c'est ce qu'on appelle l'exuviation ou la mue. D'après Carbonnier⁽¹⁾, il s'en produirait trois la première année, puis il y en aurait une régulièrement chaque été, sauf pour les vieux mâles, chez qui elle peut manquer⁽²⁾. Sa date paraît assez variable ; des mues ont été observées, au laboratoire de l'École forestière, depuis le 6 juillet jusqu'au 5 octobre, mais elles avaient surtout lieu au mois d'août.

L'opération, bien décrite par Réaumur⁽³⁾, est des plus délicates. L'animal, qui perd quelquefois des membres en essayant de les sortir de leur fourreau, est, à la fin, absolument épuisé par les efforts auxquels il a dû se livrer. Il est, de plus, complètement mou et de couleur bleuâtre. C'est à ce moment qu'il grossit, puis, au bout d'un à trois jours, le revêtement du corps commence à prendre quelque consistance et, après une ou deux semaines, redevient rigide comme auparavant.

Au moment où il va abandonner sa carapace, et tant que ses téguments ne sont pas durcis, l'animal ne mange pas. Conscient de sa faiblesse, qui l'expose sans défense à de nombreux ennemis, il se tapit dans sa retraite. On ne peut alors le pêcher ; la chose serait possible un peu avant ou un peu après la mue, mais il convient de s'abstenir, s'il s'agit d'avoir des sujets pour repeuplement, car ils seraient peu vigoureux.

1. *Loc. cit.*, pp. 53 et 72.

2. M. CHANTRAN rapporte que la jeune Écrevisse mue cinq fois de sa naissance au mois d'octobre suivant, puis cinq fois encore, aux mois de mai, juin, juillet, août et septembre, durant le deuxième été de son existence. La troisième année, il n'y aurait que deux mues, en juin et septembre ; toutes deux persisteraient par la suite chez les mâles, tandis que les femelles ne seraient plus soumises qu'une fois à l'exuviation. — « Observations sur l'histoire naturelle des Écrevisses » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1870 et 1871).

Les observations que nous avons pu faire, à l'École forestière, dans des bacs il est vrai, où les sujets n'étaient certes pas dans des conditions très favorables d'existence, concorderaient plutôt avec celles de Carbonnier. Nous n'avons jamais eu l'occasion de constater plus d'une mue chez les sujets adultes, quel que fût leur sexe. Chez ceux nouvellement éclos, nous en avons remarqué trois : l'une a lieu deux à cinq jours après l'éclosion, elle est difficile à constater en raison de la délicatesse et de la transparence des dépouilles, les deux autres ont lieu respectivement un mois et deux mois et demi après.

3. « Sur les diverses reproductions qui se font dans les Écrevisses, les Omars, les Crabes, etc. » (*Histoire de l'Académie royale des sciences*, 1712). — « Additions aux observations sur la mue des Écrevisses données dans le mémoire de 1712 » (*Ibid.*, 1718).

Par conséquent, depuis le milieu de mai, date à laquelle les éclosions peuvent être proches, jusqu'aux derniers jours d'août, moment où les mues sont généralement terminées, il ne faut pas songer aux déversements. Ajoutons que c'est la saison chaude de l'année, durant laquelle le transport présente des difficultés qui seules suffiraient à faire choisir une autre époque.

Mais, avec le mois de septembre, commence celle par excellence des pêches à l'Écrevisse. C'est à ce moment surtout que ce Crustacé circule et qu'on peut en capturer de grandes quantités avec les engins les plus simples. Cette période favorable dure jusque vers le milieu d'octobre ; alors recommence la saison des amours.

Il n'y a donc, en définitive, que deux époques où l'on puisse procéder aux déversements, l'une allant du 1^{er} mars au 15 mai et où le mois d'avril est particulièrement propice, car on n'a plus guère à craindre le froid, pas encore à redouter la chaleur, l'autre s'étendant à peu près de la mi-septembre à la mi-octobre. A laquelle donner la préférence ?

Quand on a le choix, le doute n'est pas permis : il faut opérer au printemps.

A ce moment, en effet, les femelles ont des œufs assez près d'éclore ; on a donc la presque certitude que, deux mois environ après leur immersion, de nombreuses petites Écrevisses naîtront qui peupleront le cours d'eau. Avec des sujets déversés à l'automne, il y a beaucoup de risques à courir. Troublés dans leurs habitudes, dépaysés, ils peuvent s'accoupler peu ou point. On n'est nullement sûr que les femelles introduites soient fécondées. Il est enfin possible que les œufs ne viennent pas à bien ; en formation depuis la fin de juillet, ils sont presque à maturité en octobre, où ils constituent, dans l'ovaire, une masse de couleur vineuse ; il n'est pas prouvé qu'ils n'aient pas à souffrir quelque peu quand les sujets qui se préparent à pondre ont à subir des manipulations et des transports.

Il est, d'autre part, bien connu que l'Écrevisse est essentiellement coureuse et vagabonde ; il semble suffire de la placer dans un endroit pour qu'elle cherche à s'en éloigner. Quand le marquis de Selves entreprit son célèbre élevage à Villiers, les premiers sujets introduits s'échappèrent la nuit et gagnèrent la rivière voi-

sine où ils furent capturés par les pêcheurs. Il fallut poser au débouché des canaux qu'il s'agissait de peupler deux grandes nasses convenablement assujetties, où on les reprenait pour les remettre là où on voulait les faire se fixer⁽¹⁾. Cette humeur voyageuse est si forte que l'animal peut prendre la voie de terre pour quitter les eaux qui ne lui conviennent pas. Le docteur Rabé⁽²⁾ a vu ainsi des Écrevisses, troublées par une manœuvre de vannes, tenter en masse l'escalade des parois du bassin où elles étaient renfermées. Or, s'il y a toujours des chances pour que celles déversées en un point d'un cours d'eau aillent s'installer ailleurs, ces chances sont beaucoup diminuées quand elles ont des œufs dont le poids les alourdit et met obstacle à de longs déplacements.

Cependant, bien que les repeuplements effectués au printemps permettent d'arriver mieux et plus rapidement au but poursuivi, on peut être quelquefois obligé de n'opérer qu'à l'automne. La capture des femelles grenées, qui ne s'éloignent guère de leurs retraites et s'alimentent peu, n'est pas toujours très facile. Si on n'a pu réussir en avril, il faudra remettre au mois de septembre, où les pêches sont toujours fructueuses.

Jusqu'ici, il n'a pas été question des mâles, qu'on peut d'ordinaire se procurer et faire voyager sans inconvénients, sauf de décembre à mars et du milieu de juin à la fin d'août. Quand devra-t-on les déverser?

Si les sujets de l'autre sexe ne sont immergés qu'à l'automne, on les introduira en même temps dans les cours d'eau. Cela va de soi, puisqu'on est à la veille des accouplements. Mais faut-il attendre cette même époque quand on immerge au printemps des femelles œuvées? Nous le croyons, car il y a plusieurs sérieux avantages.

Tout d'abord, en effet, la présence des mâles est au moins inutile avant la saison des amours, car c'est à ce moment seulement qu'ils ont à jouer un rôle dans la propagation de l'espèce. Elle peut même avoir des inconvénients, à cause de leur tempérament batailleur.

1. CARBONNIER, *loc. cit.*, pp. 143-144.

2. *Loc. cit.*, p. 72.

De plus, si les sujets des deux sexes sont déversés ensemble en avril, rien ne les retient les uns auprès des autres. Si donc les mères restent plus ou moins sur place, faute de pouvoir circuler librement, les mâles, eux, n'ont aucune raison de ne pas suivre leurs goûts voyageurs et peuvent se trouver fort loin quand revient la saison des amours. Introduit-on au contraire ces derniers en septembre, ils ne s'écartent guère des femelles et se fixent sur les mêmes lieux où elles sont installées depuis le printemps.

Cette façon de procéder permet enfin d'éviter des dépenses inutiles. On peut en effet s'assurer, par des pêches faites au début de l'automne, que les Écrevisses mises à l'eau cinq mois auparavant se sont bien acclimatées. S'il n'en est pas ainsi, on sait qu'il est inutile de compléter le repeuplement. Dans le cas où l'on tiendrait à ne pas rester sur cet échec, on est au moins prévenu que tout est à recommencer⁽¹⁾.

Comme conclusion, pour introduire l'Écrevisse dans un cours d'eau avec toutes les chances de succès, il faut y déverser au mois d'avril des femelles œuvées, puis au mois de septembre introduire les mâles. On pourra cependant réussir, mais moins bien et avec moins de certitude, en immergeant à la fois, à l'automne, les sujets des deux sexes.

PÊCHE DES SUJETS DE REPEUPLEMENT

Quand on a recours aux Écrevisses indigènes pour les déversements, comme cela est grandement désirable, il faut, autant que faire se peut, les pêcher dans des eaux se rapprochant comme composition, température, profondeur, rapidité de courant, de celles à repeupler. Dans ces conditions, en effet, l'acclimatation sera plus facile. On s'adressera donc de préférence, si tant est qu'on le puisse, aux rivières coulant sur les mêmes terrains que celles où on veut opérer, et dont les sources sont alimentées par

1. Comme, d'avril à septembre, il se produit certainement des pertes parmi les Écrevisses déversées au printemps, on voit qu'on pourra introduire à l'automne un nombre de mâles un peu inférieur au quart de celui des femelles, pour conserver la proportion requise entre les sujets des deux sexes.

Il faudra aussi que ces mâles soient d'autant plus gros que les femelles ont subi une mue et se sont, par suite, accrues.

les mêmes nappes souterraines. Dans le cas, bien rare, où plusieurs répondraient aux desiderata, on prendrait naturellement la plus à proximité.

Le cours d'eau devant fournir les sujets de repeuplement une fois déterminé, il faudra y reconnaître les emplacements favorables à la pêche. Ce sont ceux où les rayons du soleil ne parviennent que peu ou pas, car l'Écrevisse, et surtout l'espèce à pattes rouges, fuit la lumière et recherche l'ombre. Aussi se cantonne-t-elle dans les parties des ruisseaux orientées de l'est à l'ouest, où, à l'abri de la berge sud, règne une obscurité constante. C'est dans les endroits abrupts de cette berge que l'animal creuse de préférence ses galeries, s'installant aussi, le cas échéant, entre les racines d'arbres ou sous les pierres lui offrant des abris.

Les lieux propices une fois reconnus, en dehors desquels on ne ferait que de très médiocres pêches, la capture de l'Écrevisse ne présente pas grandes difficultés. Il existe pour s'en emparer bien des procédés, mais il ne sera question ici que de ceux permettant d'obtenir, de façon pratique et rapide, de nombreux sujets en bon état. Il faut, en effet, proscrire particulièrement ici les engins tels que la trouble ou l'épervier, avec lesquels les animaux sont brutalement saisis et trainés, souvent mutilés ; d'autres, tels que les bâtons ou même les fagots, demandent trop de temps et de patience.

Ces réserves faites, on peut, dans les circonstances qui nous occupent, employer deux méthodes : aller chercher les Crustacés dans leurs retraites ou les attirer au moyen d'appâts.

La première consiste à explorer à la main les anfractuosités des berges, fouillant dans les cavités, sous les pierres, entre les racines. Quand on découvre dans un de ces abris une Écrevisse, qui trahit généralement sa présence en pinçant le doigt du pêcheur, on l'accule au fond, on la saisit par le corps en arrière des pattes ravisseuses et on l'enlève. Cette façon de procéder peut être assez pénible ; elle oblige à prendre un bain souvent presque complet, expose à de nombreuses meurtrissures, sans compter les égratignures contre les corps durs immergés et les piqûres de larves aquatiques, mais présente de nombreux avantages. Elle permet, en effet, de faire, à coup sûr, des récoltes fructueuses à toute époque et à tout moment ; elle est à peu près

la seule applicable au printemps, quand on veut se procurer des femelles œuvées, qui ne se laissent guère tenter par les appâts.

Lorsqu'on veut recourir à ces derniers, la pêche est un peu plus compliquée. Pour réussir, il faut que le temps soit convenable, c'est-à-dire calme, chaud, un peu lourd et orageux. On n'est donc jamais certain, crainte de vent ou de pluie, de pouvoir opérer à date fixe. Il est de plus à peu près indispensable, à cause des mœurs de l'Écrevisse, qui, craignant la lumière, ne cherche guère pâture que la nuit, de n'opérer qu'après le coucher du soleil, et encore, en dehors des périodes de pleine lune, à moins que le ciel ne soit couvert.

Par contre, l'Écrevisse, étant très polyphage, se montre peu difficile en ce qui concerne les appâts. Les meilleurs seront naturellement, suivant la juste observation de M. Peupion (¹), ceux consistant en choses que l'animal consomme ordinairement et se procure sans difficulté. On donnera donc la préférence à la chair des moules de rivière (anodontes ou mulettes), des poissons et des grenouilles, mais à défaut, on peut parfaitement employer les viscères de volaille ou de lapin, les déchets ou bas morceaux de boucherie (cœur, foie, rate, poumon). Il n'y a aucun avantage, en dépit de l'opinion communément répandue, à ce que ces viandes soient corrompues; il est de même inutile de leur communiquer une odeur forte au moyen d'essence de térébenthine, d'ail, d'assa foetida et autres substances.

Les appâts servent à attirer l'Écrevisse vers différents engins.

Le plus classique est la balance.

Il se compose d'un cercle de 20 à 30 centimètres de diamètre, en osier ou en fort fil de fer galvanisé, sur lequel est monté un filet formant une poche profonde de 10 à 15 centimètres au plus.

Souvent, à 10 centimètres environ au-dessus de ce cercle, on en met un second un peu plus large, relié au précédent par une bande de filet: on a alors la balance double.

Dans tous les cas, trois cordelettes attachées au cerceau supérieur et se réunissant à environ 40 centimètres au-dessus servent à suspendre l'engin, qui est lesté soit à l'aide de balles de plomb

¹ Loc. cit., p. 617.

fixées à son armature, soit au moyen d'une pierre attachée au fond de la poche.

Un petit disque d'ardoise ou de fer-blanc, placé au fond du filet, reçoit l'appât, maintenu en place par une ficelle.

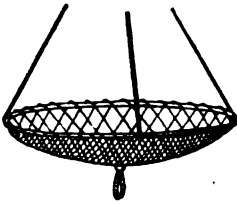


FIG. 19. — Balance simple.



FIG. 20. — Balance double.

Les balances ainsi garnies, puis attachées au bout d'une cordelette plus ou moins longue, sont immergées en des endroits reconnus à l'avance où elles puissent reposer bien à plat sur le fond et où le courant soit suffisamment modéré pour ne pas les entraîner. On pêche généralement avec une douzaine d'engins à la fois; il convient de ne pas les placer trop près les uns des autres.

Un quart d'heure après la mise à l'eau du filet, on vient le relever, en ayant soin de s'approcher lentement du bord et de retirer ensuite la balance rapidement et sans secousses; sans quoi les Écrevisses ont le temps de quitter l'appât qu'elles dévorent et de fuir d'un coup de queue.

Le maniement de l'engin est différent suivant la profondeur de l'eau. Si elle est faible, le filet est relié à l'extrémité d'une gaullette par une ficelle de 1^m,50 environ; sa manœuvre est facile et se comprend sans explication. Si elle est forte, la cordelette de suspension, longue de 3 à 4 mètres, est libre. Pour la relève, on prend de la main gauche une canne se terminant par une petite fourche, et on passe cette dernière sous la cordelette dont on saisit le bout de la main droite. Tirant de cette main en même temps qu'on élève le bras gauche en l'air, on remonte le filet rapidement.

La pêche à la balance exige la présence constante de ceux qui s'y livrent et qui sont occupés sans interruption à poser et à

relever les engins pendant les deux ou trois premières heures de la nuit. De plus, il faut un certain savoir-faire. Ces menus inconvénients n'existent pas avec les pièges où l'animal, une fois entré, reste prisonnier.

Les plus usités, et avec raison, sont de petites nasses en osier ou en fil de fer, car les verveux ou vervotins, engins tout à fait analogues, mais en filet, sont beaucoup moins pratiques; l'Écrevisse, s'empêtrant les pattes dans les mailles, a de la peine à en gagner l'entrée.

Ces nasses sont des paniers à claire-voie ayant environ 0^m,50 à 1^m,50 de longueur, larges, peu élevés, de forme d'ailleurs très variable suivant les régions, mais généralement plus ou moins coniques. A leur ouverture est adapté un goulet ou épichon, formé de brins disposés en entonnoir vers l'intérieur et se prolongeant presque toujours à l'extérieur en une gueule ou pavillon. Il peut y avoir deux entonnoirs consécutifs, la nasse est alors dite à double piège. Quoi qu'il en soit, l'Écrevisse, attirée vers l'appareil par l'appât y renfermé, est dirigée par le pavillon, puis par le goulet, vers l'étroite entrée de la chambre de la nasse; elle y pénètre et n'a plus guère de chances d'en sortir. Les animaux capturés sont retirés par un goulet de 10 centimètres environ de diamètre, placé à la pointe du panier et fermé, pendant la mise à l'eau, au moyen d'un couvercle ou d'un tampon.

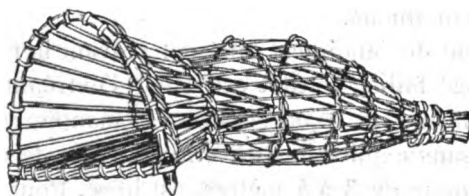


FIG. 21. — Nasse en osier.

Les engins, convenablement garnis soit de morceaux de viande, de grenouille ou de poisson, soit de moules d'eau concassées, lestés de quelques pierres qui les maintiennent en place, sont immergés vers le coucher du soleil dans le voisinage des berges. Il faut avoir soin d'en disposer le sommet vers l'amont et là

gueule vers l'aval; de cette manière, les particules de l'appât emportées par le courant forment une traînée que suit l'Écrevisse en quête de pâture.

Quand on vient lever les nasses, on y trouve captifs tous les Crustacés qui y sont engagés. Mais encore faut-il pour cela opérer à la pointe du jour, sans quoi, à en croire du moins M. Peupion, qui rapporte avoir été victime d'une semblable déconvenue, les prisonniers s'échappent en partie (1). Tranquilles tant que dure l'obscurité, ils cherchent, dès qu'apparaît la lumière, qui les offusque, à trouver une issue et, à force de quêter en tous sens, peuvent parvenir à l'ouverture du goulet et recouvrer leur liberté.

On remplace quelquefois la nasse par ce qu'on appelle le piège à Écrevisses, engin plus compliqué, mais ayant le même principe et s'employant de même. Il se construit en fil de fer galvanisé, est de forme ronde et a environ 40 centimètres de diamètre et 30 centimètres de hauteur. On y distingue deux parties : un corps, sorte de casier aplati, ressemblant à une calotte tronquée à ouverture très large, et un entonnoir, recouvert d'un chapeau à couverte et soutenu par une armature de façon qu'entre les deux pièces règne un espace vide, annulaire, qui est l'entrée de l'appareil. C'est par là que les Écrevisses, en cherchant à attraper

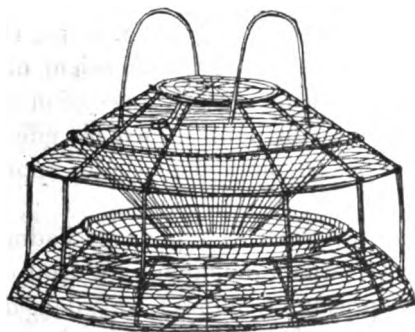


FIG. 22. — Piège à Écrevisses.

l'appât contenu dans la cage supérieure, tombent dans l'inférieure. Deux anses permettent le transport et la manœuvre du piège (2).

Rappelons, en terminant ces indications relatives aux engins,

1. *Loc. cit.*, p. 614.

2. Cet engin ne paraît pas, tant s'en faut, valoir les nasses. Les résultats que nous a donnés son emploi ont été des moins satisfaisants.

qu'aux termes de l'article 9 du décret du 5 septembre 1897, les mailles des balances, après séjour dans l'eau, doivent avoir au moins 27 millimètres de côté, cette même longueur devant être celle de l'intervalle entre les verges des nasses ou pièges. Les mesures sont prises avec une tolérance d'un dixième.

Il faut aussi consulter les arrêtés préfectoraux relativement aux appâts; pour le poisson, l'emploi de certaines espèces peut être seul autorisé; pour la grenouille, sa pêche est, dans plusieurs départements, interdite au printemps.

A propos de réglementation, il faut encore remarquer qu'avant de faire usage d'un des procédés de capture de l'Écrevisse indiqués plus haut, il sera bien souvent nécessaire d'en obtenir l'autorisation. En effet, le décret du 5 septembre 1897 ne permet la pêche qu'entre le lever et le coucher du soleil (art. 16) et défend la pêche à la main (art. 15, § 3). Les préfets peuvent bien atténuer la première prohibition, mais, souvent aussi, ils aggravent les restrictions du décret; c'est ainsi que l'interdiction générale de la pêche de l'Écrevisse, allant du lundi qui suit le 15 avril au dimanche qui suit le 15 juin, est parfois étendue à d'autres époques de l'année, quand ce n'est pas à l'année entière. Il y a donc lieu, la plupart du temps, de se pourvoir auprès des autorités compétentes pour qu'en application de l'article 6 de la loi du 8 mai 1865 ou d'après les articles 2, 6, 10, 16 du décret du 5 septembre 1897, les défenses édictées soient momentanément et exceptionnellement suspendues à l'occasion des pêches de sujets de repeuplement. On pourra ainsi les effectuer aux époques, aux heures et par les méthodes les plus appropriées.

Supposons qu'on soit ainsi en règle avec l'administration, en règle aussi avec les riverains détenteurs du droit de pêche, si on opère, comme c'est presque toujours le cas, dans des cours d'eau non navigables ni flottables. On procède alors, par l'une des méthodes reconnues pratiques en la matière, à la capture des Écrevisses. Celles de dimensions trop faibles pour constituer des sujets de repeuplement, ou n'ayant pas le sexe voulu, doivent être immédiatement remises à l'eau. Pour les autres, on les recueille, mais avec quelques précautions, de façon à ce qu'elles n'aient pas à souffrir durant le transport entre les lieux de pêche et l'endroit où elles sont emballées pour être expédiées. Le mieux

sera de faire usage d'un panier à couvercle d'assez grandes dimensions, où on mettra de l'herbe fraîche.

Plus tôt les Écrevisses pourront être dirigées sur les points où doivent avoir lieu les déversements, et mieux cela vaudra. Il arrivera cependant qu'on ait à conserver quelques jours les animaux capturés, cela surtout quand on ne pourra, en une seule fois, se les procurer en nombre nécessaire pour la fourniture à effectuer. Dans ce cas, on peut les placer, ou dans un réservoir convenablement alimenté dont ils ne puissent s'échapper, ou dans une caisse à claire-voie immergée dans une eau bien courante. On peut même, comme les Écrevisses peuvent rester hors de l'eau un certain temps, se contenter de les parquer dans un endroit frais et obscur, tel qu'une cave. Il faut seulement alors prendre des précautions pour qu'elles ne puissent être à la portée des rats, qui en sont très friands; on les dispose par exemple dans des paniers suspendus en l'air. Ce deuxième procédé, qui est certes le plus simple, est peut-être, à tout prendre, le meilleur.

EXPÉDITION DES SUJETS DE REPEULEMENTS

Le transport des Écrevisses depuis les lieux de pêche jusqu'à ceux où doivent avoir lieu les repeuplements ne va pas sans difficultés, à cause des fatigues et des occasions d'infection auxquelles elles sont exposées. Il faut atténuer autant que possible les unes et les autres en préparant avec le plus grand soin les expéditions.

La première idée qui vient à l'esprit est de faire voyager les Crustacés dans leur élément, mais il est à redouter qu'ils ne périssent par un séjour prolongé dans une eau non renouvelée. Aussi ce système n'est-il jamais employé.

Nous avons pourtant voulu nous rendre compte du résultat qu'on pourrait obtenir en l'adoptant.

L'expérience fut faite en utilisant un bidon cylindro-conique en tôle galvanisée, recouvert d'une vannerie protectrice en osier avec rognures de liège interposées, servant habituellement au

transport des alevins de salmonides. Son diamètre et sa hauteur totale mesurent environ 45 centimètres.

Vingt-cinq Écrevisses à pattes blanches (1), pêchées dans le Dourdou, affluent de l'Aveyron, le 29 septembre 1904, furent, le 30, placées dans l'appareil, préalablement rempli d'eau sur une hauteur de 20 centimètres. Pour éviter l'élévation de température en cours de route, de la glace fut placée dans un récipient *ad hoc*, à fond perforé, s'adaptant au-dessous du eouvercle. Tout étant ainsi disposé, le bidon fut expédié de Rodez (2) à midi, et parvint le 1^{er} octobre, à 10 heures du soir, à la gare de Champigneulles (Meurthe-et-Moselle), ayant passé par Paris et effectué un parcours de plus de 1 000 kilomètres. Livraison en fut prise le lendemain et, à 9 heures du matin, soixante heures après la capture des Crustacés et quarante-cinq heures après leur remise au chemin de fer, on procéda à l'ouverture. Tous les animaux étaient en parfait état, aucun n'était mort, aucun ne paraissait même avoir souffert : tous reprirent l'eau dans les meilleures conditions.

Il serait exagéré de tirer du plein succès de cette tentative la conclusion que le transport des Écrevisses dans leur élément soit recommandable. Il peut se faire, en effet, que la réussite ait tenu aux circonstances très favorables dans lesquelles l'expérience s'est trouvée faite. La température de l'air était à ce moment de 11° à 15° C. Celle de l'eau du bidon, à l'arrivée, avait atteint 11°, maximum qu'elle n'avait pas dû dépasser, à cause de la présence de la glace, et qui n'est d'ailleurs pas élevé. D'autre part, la quantité d'eau était relativement grande : elle se montait à près de 32 litres pour vingt-cinq sujets, soit à 1 litre 1/4 par tête. Pour savoir si vraiment ce mode d'expédition présente des avantages, d'autres essais, effectués dans d'autres conditions, seraient indispensables.

Le procédé présente d'ailleurs le fort grave inconvénient d'être très coûteux. Les bidons tels que celui plus haut décrit sont assez chers et ont un poids relativement fort. A ce poids vient s'ajouter celui de l'eau où l'on place les Écrevisses. Le transport

1. Cette espèce passe pour supporter plus difficilement les transports que l'Écrevisse à pattes rouges, habituée qu'elle est aux eaux froides et courantes.

2. Cette expédition et les suivantes furent faites par les soins du C^{te} de Terras, sous-directeur du haras, que nous remercions vivement de son aimable concours.

de ces dernières reviendrait donc ainsi à des prix extrêmement onéreux.

Il est donc beaucoup plus économique de profiter de la faculté que possède l'Écrevisse de pouvoir vivre fort longtemps hors de l'eau. Carbonnier (1) dit avoir conservé des individus dans ces conditions pendant des semaines entières, et nous avons pu constater également que, dans une atmosphère humide, les Crustacés résistent fort bien une dizaine de jours sans perdre leur vigueur.

Ceci tient à la disposition particulière de l'appareil respiratoire, logé dans une chambre étroite, dont la largeur n'excède pas 2 à 3 millimètres, et bien protégé par la carapace.

Quand une Écrevisse est sortie de l'eau et maintenue dans une position horizontale, le liquide contenu dans la cavité branchiale y reste renfermé, car il ne peut s'écouler qu'à ses extrémités. C'est à l'arrière et à l'avant que se trouvent respectivement l'entrée et la sortie du courant qui passe normalement sur les organes respiratoires, et, par suite de la conformation de la carapace et de l'importance plus grande des branchies vers leur base, il n'y a pas d'issue du côté des attaches des membres. Dans ces conditions, tout se passe d'abord comme si l'animal était dans son élément. Mais peu à peu le mouvement alternatif du scaphognathite évacue l'eau devenue impropre aux besoins de la respiration, et qu'on voit s'écouler plus ou moins lentement. Cette eau est forcément remplacée par de l'air dont la présence se discerne à l'apparition de petites bulles dans le voisinage de la bouche ; la chambre branchiale contient alors une sorte de mousse.

Enfin, par suite de l'évacuation continuelle du liquide et de son évaporation, il finit par n'y avoir plus dans cette chambre d'autre eau que celle retenue par les délicats filaments branchiaux. A ce moment, et tant que l'épithélium de l'appareil respiratoire demeure humide, l'échange de l'acide carbonique du sang se fait avec l'oxygène de l'air, au lieu de s'effectuer avec ce gaz dissous. L'animal peut vivre ainsi assez longtemps dans une atmosphère fraîche, il ne meurt que quand les branchies viennent à se dessécher.

Les conséquences résultant de cette aptitude de l'Écrevisse à

1. *Loc. cit.*, p. 111.

vivre quelque temps hors de l'eau sont très importantes, car le transport dans des conditions économiques des sujets de repeuplement, aussi bien que de ceux destinés à la consommation, devient chose possible. On emploie à cet effet des emballages tels que paniers en osier ou caissettes à claire-voie, dont le poids est insignifiant relativement à celui des crustacés qu'on y renferme.

Il faut seulement prendre quelques précautions dans les expéditions.

La première consiste, au moment où l'on retire les Écrevisses de l'eau, et quand on les manipule, à les tenir horizontalement. Dans la position verticale, en effet, l'eau contenue dans la cavité branchiale s'écoule immédiatement soit le long du rostre, soit en suivant la queue, et est aussitôt remplacée par de l'air. Il y a là transition brusque et dans tous les cas il ne peut y avoir que des avantages à retarder le moment où les branchies ne sont plus qu'humectées. Ceci a surtout de l'importance pour le moment où on prépare les expéditions : les animaux sont alors exposés à l'air ambiant, qui peut être sec, et ceux qui n'ont plus d'eau dans la chambre respiratoire souffrent et même périssent. Inutile de dire, d'ailleurs, que l'emballage devra être fait le plus rapidement possible, et dans des endroits frais, à l'abri du soleil.

Le second soin à prendre sera de placer les Écrevisses dans des conditions telles que pendant le transport elles ne soient pas exposées à un dessèchement des branchies, tout en se trouvant d'autre part dans une atmosphère respirable.

Bien des procédés d'emballage sont usités qui tendent à satisfaire à cette double exigence et à faire voyager les sujets destinés soit aux repeuplements, soit à la consommation, de manière à ce qu'ils n'aient pas trop à souffrir en cours de route.

Les uns placent les Écrevisses au milieu de sphaignes ou de mousse ordinaire humide, de façon à ce que l'air soit saturé d'eau dans l'intérieur des colis. D'autres n'emploient que des herbes fraîches et surtout l'ortie et la luzerne. Certains donnent la préférence à des matières absolument sèches, telles que paille ordinaire, paille de bois, menus copeaux et papier. Il en est qui se contentent de mettre, sur le fond des caissettes ou paniers et au-dessous des couvercles, un simple lit de feuilles de fougère,

sans rien interposer entre les animaux. Carbonnier (1) enfin attache grande importance à ce que les animaux soient, avant leur expédition, essuyés avec un linge ou exposés au grand air pendant quelques instants, ou placés vingt-quatre heures durant sur un plancher bien sec, tout ceci afin qu'il ne reste pas d'humidité sur la carapace.

Il était intéressant de comparer la valeur respective des principaux systèmes en usage. Dans ce but, trois colis d'Écrevisses furent expédiés le 30 septembre de Rodez à Champigneulle, *via* Paris, en même temps que le bidon dont il a été plus haut question; ils furent seulement ouverts trois heures plus tard. Ces sujets appartenaient de même à l'espèce à pattes blanches et avaient été pêchés également dans le Dourdou la veille de l'envoi.

Soixante-quatre d'entre eux étaient contenus dans un panier circulaire en bambou, de 0^m,25 de diamètre et 0^m,15 de hauteur, avec une bonne quantité de petites touffes de mousse courte bien imbibée d'eau. Cinq avaient péri en cours de route, ce qui correspond à une mortalité de 8 %.

Un panier en osier, carré, de 0^m,25 de côté et 0^m,20 de hauteur, renfermait quarante-neuf autres Écrevisses au milieu d'une abondante litière d'herbes et d'orties fraîches, mais non mouillées. Onze étaient mortes à l'arrivée, d'où un déchet de 22 %.

Le dernier colis était une caissette en planchettes minces, longue et large de 0^m,22, haute de 0^m,10, avec couvercle à claire-voie et emballage de menue paille de bois. Vingt-trois sujets s'y trouvaient qui avaient été soigneusement essuyés avec un linge sec; un d'entre eux avait succombé en cours de route, un autre décéda peu après; la perte fut donc de 9 %.

Les différences dans les résultats observés se seraient certainement atténuées, si les envois avaient été faits absolument dans les mêmes conditions, c'est-à-dire si les dimensions des caisses et paniers et le nombre des sujets dans chacun d'eux eussent été les mêmes. D'après les constatations faites à l'arrivée, la mortalité plus élevée observée dans le colis contenant des herbes fraîches tenait surtout à sa plus grande hauteur. Les Écrevisses s'y trouvaient superposées en trop grand nombre, celles du dessus écla-

1. *Loc. cit.*, p. 108.

sant celles du dessous, et c'est à la partie inférieure qu'ont été trouvés tous les animaux morts durant le trajet.

On peut donc conclure, ce semble, que tous les systèmes expérimentés ont la même valeur, au moins dans les conditions favorables de température qui se sont rencontrées du 29 septembre au 1^{er} octobre 1904. Mais, si les repeuplements ont lieu, comme cela a été reconnu convenable, au printemps ou à l'automne, on peut compter qu'il ne fera de même ni trop chaud ni trop froid et que par suite le choix du procédé d'emballage n'aura pas grande importance. Dans le cas contraire, on s'inspirerait des circonstances, employant par exemple la mousse humide si on a à craindre la sécheresse de l'atmosphère, garnissant au contraire les paniers d'herbe, de paille ou de papier, pour entraver la circulation de l'air quand la gelée est à redouter.

S'il semble, en général, assez indifférent de rembourrer les colis d'une manière ou d'une autre, ou même de n'y placer que les seules Écrevisses, il y a grand intérêt à ce que ces dernières ne soient pas trop entassées ni exposées à souffrir des chocs.

Comme on l'a observé dans celui des trois colis envoyés de Rodez à Champigneulle où la mortalité a été la plus forte, les Crustacés ayant à supporter le poids d'un trop grand nombre de leurs congénères ne résistent pas à la compression qu'ils éprouvent. Ce n'est pas que la carapace soit écrasée, mais elle cède quelque peu, appuyant sur les organes internes et probablement surtout sur le cœur, dont le mouvement doit se trouver plus ou moins gêné. Il y a donc de graves inconvénients, surtout pour des trajets de quelque durée, à empiler trop de sujets les uns au-dessus des autres. L'emploi des bourriches rondes, de diamètre faible relativement à la hauteur, doit donc être proscrit, et il convient de ne faire usage que de caisses ou de paniers plats où les Écrevisses ne puissent être superposées sur plus de deux couches.

Pour éviter que, du fait des heurts qu'ont à subir les colis au cours des manipulations et durant les transports, les animaux y contenus ne soient projetés violemment les uns contre les autres, il faut qu'aucun vide n'existe. C'est affaire de choisir des paniers de dimensions convenables pour contenir les sujets que l'on veut expédier, sans plus. S'il reste de la place libre, on peut

bien y mettre de la paille ou de la mousse, mais il ne faut pas exagérer l'emballage, surtout quand il est humide, sans quoi l'air ne circule plus et devient irrespirable. Il ne paraît pas y avoir à craindre de serrer quelque peu les Écrevisses les unes contre les autres : cela, au contraire, a l'avantage de les empêcher de se mouvoir, de respirer plus activement qu'il ne convient et de se mutiler. Si elles circulent, en effet, dans l'étroit espace où elles sont confinées, les membres s'enchevêtrent, des corps-à-corps peuvent se produire, et dans ces conditions rien d'étonnant à ce que des pattes ou pinces soient brisées ou arrachées.

Il va de soi qu'on ne doit placer dans les caisses ou paniers que de bons sujets de repeuplement, sains et vigoureux. Ceux paraissant faibles, prêts à muer, périraient en route et seront rebutés.

Les animaux une fois convenablement placés dans les colis, les couvercles sont assujettis et munis d'une étiquette portant le nom et l'adresse du destinataire. Il sera bon également de mettre en évidence quelques indications, telles que : « Tenir à plat » ; « Éviter les chocs » ; « Craint la lumière et la chaleur ». Elles pourront, pour peu qu'on y prête l'attention nécessaire, éviter que l'envoi n'ait à souffrir en cours de route.

Tout étant ainsi préparé, il ne restera plus qu'à faire l'expédition, qui généralement n'exigera aucune formalité préalable. Mais il arrivera aussi qu'on ait besoin d'un certificat d'origine, quand on se trouvera à une époque et dans une région où la pêche de l'Écrevisse et, par suite, son colportage sont normalement interdits. Ce certificat est délivré par le maire de la commune où ont été capturés les sujets de repeuplement. Il devra spécifier leur poids, les lieux de provenance et de destination, le nom de la personne à laquelle ils sont adressés, le jour du transport ; il sera daté et frappé du timbre de la mairie. Muni de cette pièce, si tant est qu'elle soit nécessaire, l'expéditeur remettra ses caisses et paniers convenablement remplis, fermés, étiquetés, au voiturier ou à la compagnie de chemins de fer qui aura à en effectuer le transport, et son rôle sera terminé.

TRANSPORT DE SUJETS DE REPEUPLEMENT

Il y a peu de choses à dire sur le transport des Écrevisses destinées à des déversements. Il est bien évident qu'il doit avoir lieu par les voies les plus rapides, et de préférence la nuit.

Autant que possible, il conviendra que le contenu des paniers ne soit pas connu. Le nombre des personnes au courant d'une tentative de repeuplement en Écrevisses sera toujours trop grand, car il faut éviter que les braconniers n'aient vent de l'opération et n'arrivent tendre leurs engins sur les lieux où des sujets viennent d'être immergés. On pourra, il est vrai, exercer une surveillance sérieuse sur ce point, mais il ne faut rien négliger de ce qui peut assurer le secret du déversement. Le mieux sera donc de déclarer les Crustacés, lors des expéditions, d'une façon qui ne donne pas l'éveil. On pourrait par exemple les désigner sous leur nom latin⁽¹⁾, ou dissimuler leur nature de toute autre manière.

La plupart du temps, les envois seront faits par chemin de fer.

Dans le cas où le poids ne dépasse pas 10 kilogr. il serait possible d'expédier par colis postal. Le fonctionnement de ce service laisse malheureusement assez à désirer, car la législation spéciale en la matière n'accorde pas d'indemnité en cas de retards accidentels... qui sont par suite devenus presque de règle.

Le mieux est donc toujours d'effectuer les expéditions par grande vitesse⁽²⁾.

Il n'est peut-être pas sans intérêt, pour permettre le calcul des délais de transport, de rappeler ici les dispositions de l'arrêté ministériel du 12 juin 1866 (art. 2 et 3) :

« Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques à grande vitesse seront expédiés par le premier train de voyageurs

1. Cette idée nous est inspirée par l'anecdote suivante, que nous tenons d'un professeur de l'Université de Nancy. Un de ses amis lui ayant envoyé des mousserons à deux reprises différentes, les déclara d'abord comme champignons, puis sous le nom de *Tricholoma*. La première fois, l'octroi préleva la taxe réglementaire, la seconde, le colis arriva net de tous droits.

2. Les renseignements relatifs à ces envois sont dus à l'amabilité de M. L. Demimuid, inspecteur de l'exploitation des chemins de fer P.-L.-M.

comprenant des voitures de toutes classes et correspondant avec leur destination, pourvu qu'ils aient été présentés à l'enregistrement trois heures au moins avant l'heure réglementaire du départ de ce train, faute de quoi ils seront remis au départ suivant.

« Pour les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques, passant d'un réseau sur un autre par une gare commune, le délai de transmission sera de trois heures, à compter de l'arrivée du train qui les aura apportés au point de jonction, et l'expédition à partir de ce point aura lieu par le premier train de voyageurs comprenant des voitures de toutes classes dont le départ suivra l'expiration de ce délai.

« Le délai de transmission entre les réseaux aboutissant à une même localité dans deux gares distinctes en communication par rails sera de six heures, non compris le temps pendant lequel les gares seront fermées.

« Les expéditions seront mises à la disposition des destinataires deux heures après l'arrivée du train. Celles arrivant de nuit ne le seront que deux heures après l'ouverture de la gare. »

Faisons remarquer, en terminant cette citation, qu'il n'est pas difficile d'obtenir, par entente préalable avec les agents de chemin de fer, que la stricte observation des délais réglementaires ne soit pas exigée. On peut ainsi arriver à obtenir un transport plus rapide des colis, surtout quand il s'agit, comme ici, d'expéditions faites pour opérations d'intérêt général.

En matière de transport d'Écrevisses, il y aura presque toujours lieu d'appliquer le tarif général.

Les taxes par kilomètre et fraction indivisible de 10 kilogr. sont les suivantes :

Jusqu'à	200 kilomètres	0f,0035	} Avec minimum de perception de 0 fr. 40.
Pour chaque kilomètre en excédent . .	de 201 à 300 kilomètres	0 ,0032	
	de 301 à 400 —	0 ,0031	
	de 401 à 800 —	0 ,0030	
	de 801 à 1 000 —	0 ,0028	
	au delà de 1 000 —	0 ,0025	

Pour les colis de plus de 30 kilogr., le tarif général des denrées est plus avantageux; il concerne les expéditions de 50 kilogr. au moins, ou payant pour ce poids. Il est établi sur les bases ci-après :

Jusqu'à	100 kilomètres	0 ^f ,0024	} Par fraction indivi- sible de 10 ki- logr.
Pour chaque kilomètre en excédent . .	de 101 à 300 kilomètres	0 ,00225	
	de 301 à 500 —	0 ,0021	
	de 501 à 600 —	0 ,00195	
	de 601 à 700 —	0 ,0018	
	de 701 à 800 —	0 ,00165	
	de 801 à 900 —	0 ,0015	
	de 901 à 1 000 —	0 ,00135	
	de 1 001 à 1 100 —	0 ,0012	
	au delà de 1 101 —	0 ,00105	
En sus, frais de chargement et déchargement		0 ,015	

Les frais de transport s'augmentent, pour toute expédition, de ceux de timbre (35 cent.) et d'enregistrement (10 cent.). A cette somme s'ajoutent encore, s'il y a lieu, les dépenses de camionnage au départ ou à l'arrivée.

Il y a bien des tarifs spéciaux⁽¹⁾ qui peuvent être plus avantageux, mais ils ne s'appliquent qu'au cas d'expéditions importantes et faites dans des conditions particulières (en provenance des ports, à destination de Paris, etc.). C'est dire qu'ils ne peuvent guère intéresser que les marchands de comestibles en gros.

Il reste à mentionner, pour en finir avec ce qui regarde le transport, qu'il y aura fréquemment lieu de renvoyer les emballages à la gare expéditrice.

Pour plusieurs réseaux, il existe des tarifs particulièrement réduits pour semblables réexpéditions⁽²⁾. Il suffit, pour obtenir leur application, d'en formuler la demande appuyée de la présentation du titre relatif à l'envoi des colis pleins.

MISE EN OBSERVATION DES SUJETS DE REPEUPLEMENT

Il a déjà été question, au début de cette étude, du peu de résistance offert par l'Écrevisse à l'infection bactérienne et de la facilité avec laquelle cette dernière se produit durant les transports. Parmi les bacilles pathogènes s'en trouve un particulièrement redoutable, celui de la peste, cause de la terrible maladie qui a dépeuplé les rivières d'une grande partie de l'Europe.

1. Nord : G. V., n° 14, barème A. — État : G. V., n° 14, paragraphe II. — P.-L.-M. G. V., n° 14, barème III bis. — Tarif spécial commun G. V., n° 114.

2. P.-L.-M. : G. V., n° 16. — Orléans : G. V., n° 16. — État : G. V., n° 16. — Midi : G. V., n° 16. — Tarif spécial commun G. V., n° 116.

Dans ces conditions, pour éviter non seulement de faire des déversements inutiles, mais surtout de provoquer des épidémies dévastatrices, il est indispensable de s'assurer, avant la mise à l'eau des sujets de repeuplement, qu'ils ne sont pas contaminés. Cette précaution, dont on peut, à la rigueur, se départir quand il s'agit d'animaux pêchés en France n'ayant eu à subir que de courts voyages, est d'absolue nécessité avec ceux d'origine étrangère ou dont la provenance exacte est inconnue.

Pour avoir la certitude que des Écrevisses ne sont pas pestiférées, il suffit de les tenir en observation pendant une quinzaine de jours ; c'est, en effet, au bout d'une à deux semaines que la maladie se déclare chez les individus qui en ont contracté le germe⁽¹⁾. Si, ce laps de temps passé, on n'a pas observé de mortalité en masse, caractéristique d'une affection contagieuse, mais seulement des décès isolés, on peut procéder sans crainte aux repeuplements.

Les sujets dont on veut ainsi mettre la santé à l'épreuve sont conservés à proximité des lieux de déversement, soit dans des réservoirs convenablement alimentés et aménagés, de façon à ce que les animaux puissent être facilement repris, soit plus simplement dans de grandes caisses à claire-voie immergées dans une eau bien courante⁽²⁾. Ces caisses ou réservoirs sont, bien entendu, soigneusement désinfectés quand il y a été constaté des cas de peste ; le mieux est d'utiliser à cet effet le lait de chaux.

Pendant le temps où les Écrevisses sont ainsi parquées, on les nourrit très modérément, en leur donnant de préférence des morceaux de carotte⁽³⁾, qui ne se décomposent que lentement et sans corrompre l'eau de façon nuisible.

La mise en observation des sujets à employer dans les déversements se pratique depuis plusieurs années en Bavière, conformément aux conseils du professeur Hofer. Sur la proposition de

1. HOFER, *Handbuch*, p. 346.

2. Les caisses à claire-voie utilisées en Bavière ont 2 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur.

3. M. LEBON (*loc. cit.*, p. 220) aurait observé que l'Écrevisse ne mange pas la carotte. Ce n'est certainement pas la nourriture qu'elle préfère, mais elle s'en accommode parfaitement. Ce qui a pu causer l'erreur, c'est qu'elle n'y touche généralement qu'un ou deux jours après qu'elle a été distribuée.

ce dernier, le congrès international d'aquiculture et de pêche de Paris a reconnu la nécessité et l'importance de cette pratique. Dans ses séances des 16 et 19 septembre 1900, il a émis le vœu que les Écrevisses destinées au repeuplement soient soumises à une rigoureuse quarantaine dans des bassins fermés ou caisses à claire-voie avant d'être placées dans les eaux libres⁽¹⁾.

Il ne semble pas que jusqu'ici il ait été tenu grand compte de la recommandation faite : elle a pourtant une grosse importance. Dans les stations organisées en Bavière par le docteur Schillinger, on a eu maintes fois l'occasion d'apprécier l'utilité de la mise en observation. C'est ainsi qu'en 1901⁽²⁾, un fournisseur étranger ayant expédié un lot de 3 000 jeunes individus garantis sains, la plupart tombèrent malades au bout de quelques jours ; quelques-uns ayant été expédiés au laboratoire d'ichthyobiologie de Munich, on reconnut que l'affection était due au *B. pestis Astaci*. Le professeur Hofer⁽³⁾ estime d'ailleurs que si l'on avait introduit directement les Crustacés dans les rivières sans leur faire subir de quarantaine, l'épidémie aurait éclaté au moins dix fois en trois ans dans les eaux bavaroises, rendant complètement inutiles tous les efforts faits pour y réintroduire et y propager l'Écrevisse.

Il est, on le voit, extrêmement désirable que le vœu émis par le congrès de 1900 ne reste pas lettre morte. Sauf peut-être dans le cas où les sujets de repeuplement sont pêchés à proximité des lieux de déversement, il importe de les tenir en observation pendant une quinzaine, temps que met la maladie à arriver à terme chez les Écrevisses pestiférées.

MISE A L'EAU DES SUJETS DE REPEUPLEMENT

Les endroits précis où seront exécutés les déversements doivent être reconnus à l'avance. Il y a intérêt à ce qu'ils soient nombreux. Si, en effet, on immerge sur le même point tous les sujets dont on dispose, il est à craindre qu'ils ne se disputent les abris, si ceux-ci ne sont pas en suffisance, et qu'en ce lieu les con-

1. *C. R. du Congrès de Paris*, pp. 61 et 573.

2. *Allgemeine Fischerei-Zeitung*, 1901, n° 13. — *Bulletin de la Société d'Aquiculture*, 1901, p. 251.

3. *Hofer, Handbuch*, p. 346.

ditions ne soient défavorables. Il peut arriver, par exemple, que l'eau se trouve accidentellement polluée, soit qu'on y ait lavé du linge, soit qu'on rouisse du chanvre, soit pour toute autre cause. En effectuant, au contraire, l'opération par petits lots sur différents emplacements convenablement choisis le long de la rivière ou de la portion de rivière à repeupler, il y a beaucoup de chances pour qu'un accident, s'il s'en produit, soit isolé et ne frappe qu'une faible fraction des Écrevisses introduites.

Les lieux favorables pour les déversements seront, comme ceux propices à la pêche, recherchés dans les parties des cours d'eau orientées de l'est à l'ouest, sur les points où la berge sud est abrupte ou bien où se rencontrent des rochers, des pierres, des racines d'arbre, en un mot là où existent des retraites à l'abri de la lumière. Ces conditions ont de l'importance, car, si l'Écrevisse ne trouve pas gîte à sa convenance, elle ira le chercher ailleurs et parfois très loin. On pourrait, d'ailleurs, dans le cas où les cavités ou anfractuosités naturelles feraient défaut, procéder comme on le faisait dans l'élevage du marquis de Selves, à Villiers, et creuser des logements où les Crustacés puissent s'installer. On se sert pour cela d'un pieu pointu qu'on enfonce horizontalement dans la terre de la rive méridionale à une vingtaine de centimètres de profondeur⁽¹⁾.

Il est indispensable que la reconnaissance préalable des emplacements, les travaux qui peuvent y être nécessaires et enfin le déversement lui-même soient effectués le plus discrètement possible, comme on l'a déjà fait remarquer. Il ne faut pas donner l'éveil aux braconniers, qui ne manqueraient pas de faire leur profit des renseignements qu'ils viendraient à recueillir.

Quand les sujets de repeuplement doivent être introduits directement dans les rivières dès leur réception, il importe de ne pas tarder ; la date et l'heure de leur arrivée à destination règlent celles de la mise à l'eau. Mais, lorsqu'on a le choix, c'est le cas par exemple pour les animaux tenus en observation à proximité des lieux de déversement, il y a grand avantage à opérer par un temps humide et couvert, de préférence le matin. Étant données leurs mœurs nocturnes, les Écrevisses immergées, une fois le jour

1. CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 148.

levé, chercheront au plus vite à se garer de la lumière solaire et se tapiront dans des trous ou recoins pour n'en plus bouger jusqu'à la nuit. On peut alors espérer que ces abris provisoires seront adoptés comme gîtes définitifs. Si, au contraire, on procède au repeuplement le soir, les Crustacés commenceront immédiatement à circuler, émigreront à des distances qui peuvent être grandes, ne craignant quelquefois pas de sortir de l'eau pour aller à la découverte.

L'opération même de l'immersion de l'Écrevisse ne présente pas de difficultés.

Tout d'abord, à la différence de ce qui a lieu pour les alevins de salmonides, il n'y a pas à craindre de faire subir à l'animal un changement brusque de température ; on peut s'en assurer expérimentalement.

Le 17 août 1904, des Écrevisses, pêchées de la veille et conservées dans un réservoir jusqu'à 9 heures du matin, étaient apportées à 11 heures au laboratoire de l'École forestière. Le transport avait été effectué dans un simple filet, la température de l'air était de 23° C.

Huit sujets, moitié mâles et moitié femelles, de dimensions à peu près égales, furent choisis et plongés dans quatre cristallisoirs contenant une même quantité d'eau, à raison d'un couple par vase. Dans le premier, la température se trouvait être de 20°. Dans les trois autres, elle avait été artificiellement abaissée, par l'introduction d'une quantité suffisante de glace, à 15°, 10° et 5°. Tous les Crustacés supportèrent parfaitement une variation brusque, qui fut respectivement de 3°, 8°, 13° et 18° ; les deux sujets placés dans l'eau la plus froide manifestèrent seulement une sorte de saisissement qui ne dura que quelques instants. Trois heures après, toutes les Écrevisses étaient parfaitement vigoureuses, et aucune ne périt consécutivement à l'expérience.

Il ne semble pas non plus, quoi qu'on ait dit, que la mise à l'eau doive être faite avec beaucoup de ménagements et qu'il y ait inconvénient à laisser tomber les animaux de quelque hauteur. Il serait singulier qu'un Crustacé, avec la cuirasse dont il est revêtu, eût beaucoup à souffrir des chocs, quand ceux-ci ne sont pas assez violents pour briser la carapace. Maintes fois nous avons

eu l'occasion de reprendre des Écrevisses échappées de leurs bacs et ayant fait une chute de 1 mètre environ sur un dallage en ciment : jamais elles n'ont paru éprouvées. Pour être complètement édifié à ce sujet, nous avons, à plusieurs reprises, dans un bassin de 0^m,35 de profondeur, rempli d'eau, laissé tomber de 1, 2 et 3 mètres de hauteur des sujets de 30 à 35 grammes : aucun n'a jamais succombé ; la plupart des animaux n'allaient même pas à fond ; à peine avaient-ils touché la surface du liquide qu'ils donnaient un coup de queue vigoureux et nageaient ensuite, presque horizontalement, vers les anfractuosités où ils trouvaient abri.

On a dit qu'en plongeant brusquement dans l'eau les Écrevisses qui en sont sorties depuis quelque temps, on risquait de les faire périr instantanément par asphyxie, à cause de la compression exercée sur les branchies par l'air qui s'est accumulé sous la carapace⁽¹⁾. Il faudrait pour cela une certaine profondeur, et encore ne semble-t-il pas démontré que l'air en question ait une influence néfaste, car, qu'il y soit ou non, la pression exercée sur l'épithélium branchial est la même. Il serait possible toutefois qu'une variation brusque de cette pression eût une influence, mais, comme on l'a vu, les Écrevisses qu'on laisse tomber dans l'eau se mettent généralement à nager dès qu'elles y parviennent, et on n'a jamais signalé, qu'à l'inverse, les Crustacés pêchés dans des endroits profonds aient souffert d'avoir été trop vite ramenés à la surface. Enfin, nous n'avons jamais eu l'occasion d'observer rien de semblable dans des bacs et aquariums, dont la hauteur n'était, il est vrai, que de 20 à 35 centimètres.

Toutes les fois que les sujets ayant passé par nos mains étaient en bon état de santé, capables d'étendre et replier leur queue, de pincer avec leurs pattes ravisseuses, la façon dont on les a immergés n'a jamais paru influer sur leur vitalité. Inutile de les coucher sur le dos lors de l'immersion, comme le conseille le docteur Rabé⁽²⁾ ; ils n'y restent pas, mais se remettent rapidement sur leurs pattes, et c'est en se soulevant un peu et probablement par le mouvement du scaphognathite qu'ils expulsent l'air logé sous

1. CARBONNIER, *loc. cit.*, p. 123.

2. *Loc. cit.*, p. 65.

le branchiostégite. Quand on a affaire, au contraire, à des individus fatigués ou malades, se mouvant avec peine, toutes les précautions prises pour leur mise à l'eau sont à peu près inutiles. Ils restent dans la position où on les met, sont incapables de se relever s'ils ont été placés sur le dos, même après que de nombreuses bulles de gaz se sont dégagées de la chambre branchiale ; les pattes natatoires s'agitent seules pendant quelque temps, et la mort survient plus ou moins vite.

La conclusion de ce qui précède n'est cependant pas, tant s'en faut, qu'il n'y a aucun soin à apporter aux déversements. Outre qu'il n'en coûte guère plus d'user de ménagements, ceux-ci doivent être de règle vis-à-vis d'animaux fatigués, comme ceux qui ont eu à subir un transport, et permettent peut-être de sauver les moins atteints parmi les individus malades.

En tous cas, une précaution s'impose, elle consiste à ne pas laisser les Écrevisses exposées à un air chaud ou sec qui desséchait leurs branchies et les ferait rapidement périr. Aussi, pour effectuer les mises à l'eau, convient-il de rechercher les endroits bien ombragés ou, à défaut, se munir d'un vaste parapluie qui servira à abriter les Crustacés au moment de leur déballage et de leur immersion.

Pour cette dernière opération, on peut procéder comme l'indique M. Lebon⁽¹⁾. On choisit un emplacement où la berge soit en pente aussi douce que possible ; s'il ne s'en rencontre pas, on y supplée en creusant sur la rive une sorte de cuvette évasée, de 5 centimètres de profondeur, en communication avec le ruisseau⁽²⁾. Les Écrevisses, sorties du panier ayant servi à les apporter⁽³⁾, sont alors placées sur le gazon, tout au bord de l'eau, abritées au besoin par le parapluie. Elles gagnent alors seules l'élément liquide. Il faut leur laisser le temps nécessaire et s'éloigner un peu pour ne pas les effrayer. L'arrosage préalable des

1. *Loc. cit.*, p. 216.

2. M. Lebon avait mis en communication la cuvette et l'étang qu'il voulait repeupler par un canal souterrain. Cette sorte de tunnel ne paraît pas indispensable, mais il est certain qu'il a été obtenu, par ce procédé, d'excellents résultats.

3. Pour le transport des Écrevisses aux courtes distances, depuis des réservoirs de mise en observation, par exemple, il convient d'employer, comme pour la pêche, des paniers à couvercle à demi remplis d'herbe fraîche.

animaux, quelquefois pratiqué, ne paraît avoir aucune importance.

Un reproche à faire à ce procédé, c'est que, dans les endroits où la végétation est riche, les Crustacés peuvent aller se cacher sous les touffes d'herbe au lieu d'aller à la rivière. Il en existe un autre, préconisé par Carbonnier, qui est tout aussi pratique. Les sujets de repeuplement sont placés sur des claies en osier maintenues à 1 ou 2 centimètres de profondeur sous l'eau; ils y restent quelques instants à demi immergés, puis gagnent le large. On peut utiliser les couvercles des paniers ayant servi au transport. Il faut ici encore abriter les Écrevisses si l'emplacement n'est pas naturellement ombragé.

Il sera naturellement nécessaire de surveiller les animaux jusqu'à ce qu'ils aient tous pris l'eau, ce qui peut demander assez longtemps, une ou même deux heures. Quand tous ceux qui le peuvent auront quitté la berge ou les claies, il peut en rester qui seront ou morts ou mourants. Il est important de ne pas les jeter dans la rivière, où ils seraient dévorés par leurs congénères, à qui ils transmettraient des germes infectieux; il faut les enterrer profondément, et loin des bords des eaux.

L'immersion terminée, il conviendra d'exercer, le jour même et les jours suivants, surtout la nuit, une surveillance particulièrement sévère le long de la rivière dont on a tenté le repeuplement. Pour peu que les braconniers soient même vaguement au courant de l'opération, ils entreront en campagne, et il importe de protéger contre eux les Écrevisses; ayant besoin de réparer leurs forces et circulant pour explorer leur nouveau domaine, elles ne sont que trop exposées à devenir leurs victimes.

CONSTATATION DU SUCCÈS DES REPEUPEMENTS

Un déversement effectué dans une rivière ne peut avoir son plein effet, vu la croissance lente des Crustacés, qu'au bout d'un certain nombre d'années. Pendant un temps assez long, la pêche de l'Écrevisse devra être interdite pour protéger les sujets introduits. Il importe cependant, au bout de quelques mois, de con-

naître s'ils se sont maintenus et acclimatés et sur quels points. Quand on a immergé des femelles œuvées au printemps, il faut bien savoir s'il est nécessaire de leur donner à l'automne des mâles pour compagnons. Au bout d'un an, la question se pose de l'utilité d'un nouveau repeuplement pour arriver plus vite au résultat désiré ; il est prudent de s'assurer, avant d'en faire les frais, que la tentative antérieure n'a pas eu lieu en pure perte. Il est enfin intéressant de déterminer, en vue d'un second déversement, les emplacements sur lesquels les animaux mis à l'eau lors du premier essai ont trouvé les conditions d'existence les plus convenables et se sont cantonnés.

Les indications que peuvent donner à cet égard les pêcheurs, qui trouvent parfois des Écrevisses dans les filets, nasses ou verveux destinés à la capture du poisson, méritent jusqu'à un certain point d'être prises en considération. Il faut cependant se tenir sur la réserve et apprécier la valeur de semblables renseignements. Les riverains ou adjudicataires qui exercent le droit de pêche sont intéressés au repeuplement et ont une tendance toute naturelle à y pousser, surtout s'ils sont hommes à ne pas remettre à l'eau, comme ils le devraient, les Crustacés qu'ils peuvent rencontrer dans leurs engins.

Il faut d'ailleurs tenir compte de l'exagération grâce à laquelle le nombre des Écrevisses capturées par hasard se multiplie tandis que leurs dimensions croissent à proportion. Que dire enfin des bruits répandus par les braconniers, toujours aux aguets pour exercer leur industrie sur les lieux où viennent d'être faits des repeuplements, et à qui bien des échecs doivent sans doute être attribués ?

Il est un raconter, très fréquent, dont il ne faut tenir aucun compte, c'est celui de personnes ayant constaté, consécutivement aux repeuplements, la présence de petits sujets soi-disant nés de ceux introduits. On a quelquefois signalé ainsi des ruisseaux où abondait du frai ou de l'alevin d'Écrevisse ; vérification faite, il ne s'y trouvait que la Crevette d'eau douce, pullulant comme à son ordinaire.

Cette erreur paraît avoir été assez fréquente, aussi semble-t-il nécessaire d'insister sur les différences que présentent les jeunes individus du genre *Astacus* et les petits Crustacés avec lesquels

on les a confondus. Ils n'ont pourtant que ce caractère commun d'appartenir à la même sous-classe, celle des Malacostracés.

Contrairement à ce qui se passe pour bon nombre d'espèces du même groupe, les crabes, par exemple, il n'y a pas de métamorphose chez l'Écrevisse. L'animal venant d'éclore ou, plus exactement, celui qui quitte la mère pour mener une vie indépendante⁽¹⁾ est en tout semblable à l'adulte, aux dimensions près, et aussi à la couleur, qui est d'un gris rosé. Dès les premiers temps de son existence, sa conformation permet de le ranger dans la division des Podophthalmes, à cause de ses yeux supportés par un pédoncule mobile et de la carapace recouvrant la plus grande partie du thorax, et dans l'ordre des Décapodes, par suite des cinq paires de pattes ambulatoires ou ravisseuses qu'il possède.

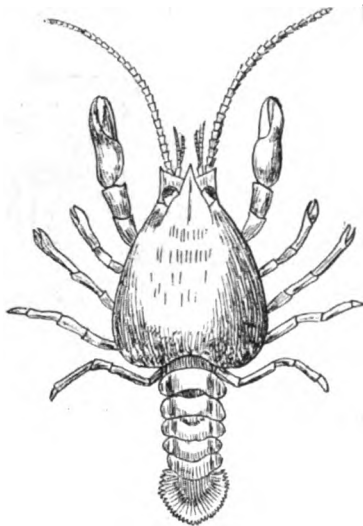


FIG. 23. — *Astacus torrentium*.
Jeune sujet nouvellement éclos.
Grossissement : 6. (D'après Huxley.)

La crevette d'eau douce, ou *Gammarus*, appartient, elle, à la division des Édriophthalmes, qui ont des yeux sessiles ou faiblement pédonculés et une carapace nulle ou peu développée. C'est un Amphipode, à corps comprimé, ayant sept paires de pattes thoraciques, dont les deux antérieures servent à la préhension et les cinq suivantes à la marche ou à la natation. Ce genre, dont il existe deux espèces en France, le *G. pulex* Fabricius et le *G. Berilloni* Catta⁽²⁾, est extrêmement répandu, surtout dans les eaux froides et calcaires. Il suffit généralement de soulever une pierre

1. L'Écrevisse qui vient de naître a le céphalothorax plus convexe et plus grand que l'adulte par rapport à l'abdomen ; le rostre est court et dirigé vers le bas ; les pattes ravisseuses sont grêles et les pointes de la pince fortement recourbées. Les appendices du premier anneau caudal ne sont pas développés et ceux du dernier renfermés dans le telson, qui a une forme largement ovale et ses bords découpés en pointes courtes. Il est probable que c'est à la première mue que l'animal prend sa forme définitive et c'est à ce moment qu'il quitte l'abri qu'il a trouvé jusque-là sous l'abdomen maternel.

2. Le *G. pulex* se rencontre partout, le *G. Berilloni* est au contraire confiné dans la région littorale atlantique touchant aux Basses-Pyrénées.

ou de remuer une touffe d'herbes aquatiques sur la rive d'un ruisseau pour voir ces petits Crustacés, dont la longueur ne dépasse pas 2 à 3 centimètres, s'enfuir nombreux dans tous les sens,

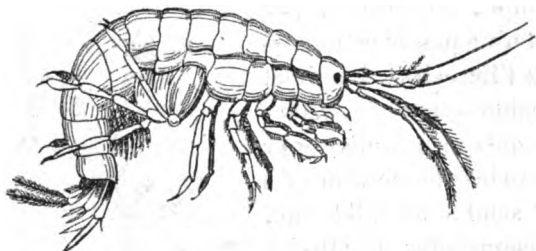


FIG. 24. — *Gammarus pulex*.

Grossissement : environ 1 et demi.

en nageant sur le côté. Il ne doit au contraire arriver que bien rarement, à cause des mœurs nocturnes de l'espèce, qu'on puisse observer de jeunes Écrevisses, chez lesquelles la natation s'effectue, d'ailleurs, dans une position horizontale.

Il y aura donc, assez souvent, peu de créance à accorder aux renseignements fournis par les professionnels ou amateurs qui fréquentent le bord des eaux, relativement aux résultats obtenus à la suite de déversements. Aussi est-il indispensable, pour se rendre vraiment compte du résultat bon ou mauvais des essais de repeuplement effectués, d'entreprendre des pêches spécialement dans ce but.

Ces pêches seront faites de préférence au mois de septembre, car c'est à ce moment de l'année que l'Écrevisse circule le plus et se prend le mieux. Tout ce qui a été dit relativement à la capture des sujets de repeuplement s'applique à ces opérations. Il faudra se munir des autorisations administratives nécessaires, négocier le plus souvent avec les riverains, agir discrètement, choisir un temps et une heure favorables, employer des appâts convenables. La seule différence est qu'au lieu de balances ou nasses, on peut, pour éviter les frais, employer des engins plus primitifs. Il ne s'agit pas, en effet, de se procurer un grand nombre de Crustacés, mais seulement de constater leur présence. La bourrée, ou fagot, suffit parfaitement. On la confectionne au moyen d'une brassée de bois nouveaux, tels que l'épine noire, à l'intérieur de laquelle on renferme des intestins d'animaux, de la



Femelle

Cliché de M. Valentin.



Mâle

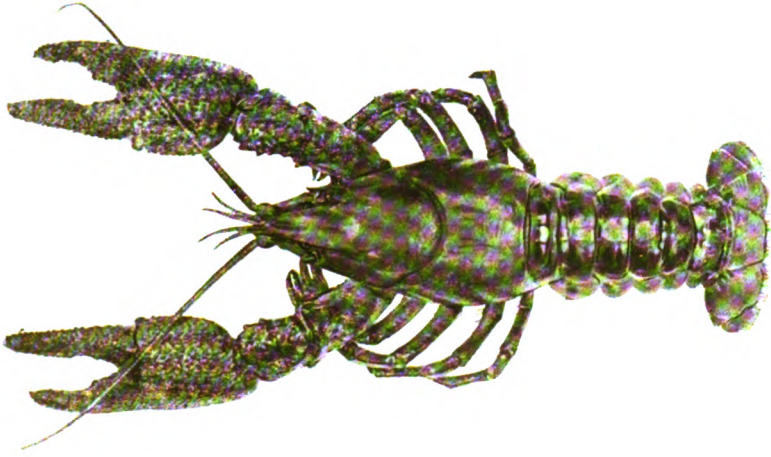
Astacus fluviatilis (Rondelet)

Laboratoire de pisciculture de l'École forestière.



Femelle

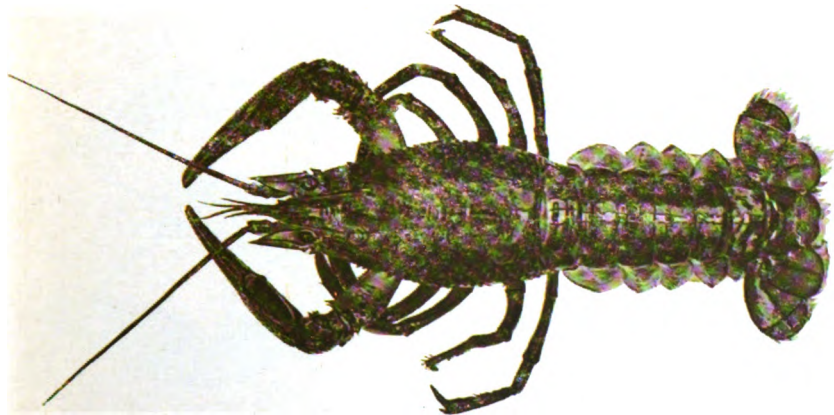
Cliché de M. Valentin.



Mâle

Astacus torrentium (Schrank)

Laboratoire de pisciculture de l'École forestière.



Femelle

Cliché de M. Valentin.



Male

Astacus leptodactylus (Escholtz)

Laboratoire de pisciculture de l'École forestière.



Femelle

Cliché de M. Valentin.



Mâle

Cambarus affinis (Say)

Laboratoire de pisciculture de l'École forestière.



Femelle

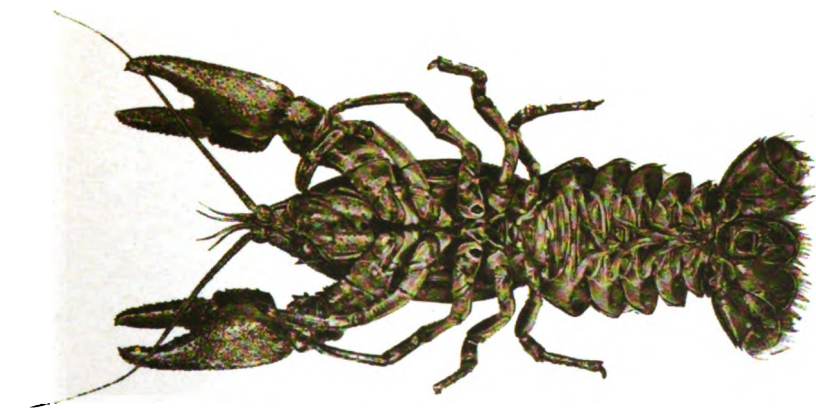
Cliché de M. Valentin.



Mâle

Cambarus virilis (Hagen)

Laboratoire de pisciculture de l'École forestière.



Femelle

Cliché de M. Valentin.



Mâle

***Astacus torrentium* (Schrank)**

Face ventrale

Laboratoire de pisciculture de l'École forestière.



Mâle

Cambarus virilis (Hagen)
Face ventrale



Femelle

Cliché de M. Valentin.

Laboratoire de pisciculture de l'École forestière

viande, des grenouilles écorchées, etc., etc. Elle est descendue dans l'eau vers la tombée de la nuit, lestée d'une pierre qui la maintient à fond et relevée soit quelque temps après ou de très bon matin. Si l'amorce a attiré des Écrevisses, on les trouve au milieu des brindilles en déliant la bourrée.

Les pêches de constatation devront être effectuées aux endroits où ont eu lieu les déversements ou à proximité. Si elles n'étaient pas couronnées de succès à la première tentative, il faudrait les répéter et les faire porter sur une étendue plus grande de la rivière dont on a tenté le repeuplement et même sur une partie du réseau fluvial auquel elle appartient. Les Écrevisses étant fort vagabondes ont pu, en effet, aller s'installer à des distances assez éloignées des emplacements où elles ont été immergées.

Si les pêches donnent un résultat absolument négatif, c'est que les Crustacés n'ont pas trouvé des conditions favorables à leur existence, supposé naturellement que les déversements ont été faits avec tout le soin requis. Mais, si on capture quelques individus, même peu nombreux, ce sera une indication encourageante. Il faut bien se rendre compte, en effet, que la quantité, si grande soit-elle, des Écrevisses qu'on apporte dans une rivière est bien minime relativement à la population qu'elle comporte. On ne saurait songer à faire, au bout de six mois ou un an, des pêches abondantes ; retrouver quelques-uns des sujets de repeuplement est tout ce que l'on peut demander. Une telle constatation engagera à renouveler la première tentative, dont le succès, plus ou moins brillant, sera ainsi mis en évidence. Il y a alors tout lieu d'espérer qu'au bout d'un temps variable suivant les circonstances, mais toujours assez long, ces efforts, répétés au besoin à plusieurs reprises, porteront enfin leurs fruits.

Pêcheurs et gourmets se réjouiront alors à l'unisson de voir l'Écrevisse ainsi réintroduite reprendre enfin, dans la rivière repeuplée, la place qu'elle y occupait avant la terrible épidémie qui a provoqué sa disparition.

CONCLUSIONS (1)

Il est désirable :

I. — Que les repeuplements en Écrevisses ne soient entrepris que dans des eaux :

a) Suffisamment riches en calcaire pour qu'il s'y rencontre des mollusques aquatiques (limnées, planorbes, mulettes, anodontes, etc.);

b) Non notoirement souillées par des résidus usiniers, ordures provenant d'égouts et déchets de toute nature d'origine organique ;

c) Où les poissons blancs (chevaine, gardon) ne sont pas sujets à la maladie de la lépidorthose, caractérisée par le hérissément des écailles, ce dont on pourra s'assurer par observation ou expérience.

II. — Que l'espèce introduite soit toujours celle à pattes rouges (*Astacus fluviatilis* Rondelet), sauf dans les eaux trop froides, trop courantes et trop peu profondes où l'Écrevisse à pattes blanches (*Astacus torrentium* Schranck) peut seule prospérer ; et que l'emploi de Crustacés étrangers, tels que l'*Astacus leptodactylus* Escholtz et les *Cambarus*, soit proscrit, tant que des recherches approfondies n'auront pas démontré l'intérêt réel que pourrait présenter leur acclimatation en France.

III. — Que les tentatives de repeuplement soient effectuées en immergeant dans les rivières des sujets adultes, aptes à la reproduction.

IV. — Que les sujets en question, à moins d'impossibilité, soient indigènes et proviennent des cours d'eau français encore peuplés d'Écrevisses, coulant dans des situations géographiques et géologiques analogues à celle des rivières où sont à exécuter les déversements ; l'achat d'Écrevisses étrangères au commerce n'étant admissible que s'il est absolument impraticable de procéder autrement et devant alors être fait en s'adressant dans les pays d'origine, et non aux marchands de comestibles.

1. Ces conclusions ont été adoptées par le congrès national d'aquiculture de 1904. (*Bulletin de la Société d'Aquiculture*, 1904, p. 201.)

V. — Que les mâles et les femelles figurent respectivement pour le quart et les trois quarts dans la quantité totale des sujets employés pour un repeuplement.

VI. — Que les premiers aient au moins 9 centimètres de longueur, mesure prise de l'œil à l'extrémité de la queue déployée, et les secondes au moins 8 centimètres, et que dans tous les cas la taille des mâles soit supérieure à celle des sujets de l'autre sexe.

VII. — Que le déversement des femelles ait lieu de préférence au mois d'avril, en immergeant à cette époque des mères chargées de leurs œufs, ou à défaut, en septembre, les mâles n'étant jamais introduits qu'à cette dernière époque.

VIII. — Que la pêche des sujets de repeuplement soit effectuée par des procédés permettant de les obtenir en bon état, d'une façon pratique et rapide ; leur capture se faisant, par exemple, à la main ou au moyen d'engins tels que balances, nasses et pièges.

IX. — Que l'expédition des Écrevisses ait lieu dans des paniers ou caisses en bois léger de faible hauteur, où elles soient serrées les unes contre les autres, de façon à ne pouvoir se mouvoir, sans être superposées sur plus de deux couches, et emballées dans des conditions telles qu'elles aient à leur disposition un air suffisamment renouvelé pour être respirable et assez humide pour ne pas dessécher les branchies.

X. — Que le transport des sujets de repeuplement ait lieu par les voies les plus rapides et en évitant que les colis n'aient à souffrir des chocs ou de la chaleur.

XI. — Que, préalablement à leur déversement, les Écrevisses, et tout particulièrement celles de provenance étrangère, soient tenues en observation pendant une quinzaine de jours, dans des caisses à claire-voie, de façon à s'assurer qu'elles ne sont pas pestiférées.

XII. — Qu'il soit procédé à la mise à l'eau en différents points bien choisis, dans les parties de rivière orientées de l'est à l'ouest, sur les emplacements présentant des retraites (berges abruptes au midi, avec anfractuosités, racines d'arbres, pierres), l'immersion des Écrevisses ayant lieu dès leur réception, de préférence le matin et en laissant les animaux, convenablement

abrités contre les rayons du soleil, gagner d'eux-mêmes leur élément, soit de la rive, soit de claies flottantes sur lesquelles on les dépose.

XIII. — Que des pêches consécutives aux déversements soient entreprises, vers le mois de septembre, aux endroits où ils ont été effectués et, au besoin, sur une certaine étendue de la rivière ou même du bassin fluvial où ils ont eu lieu, dans le but de constater le succès de ces déversements et de se rendre compte s'il convient de les renouveler pour arriver plus vite et mieux au repeuplement.

NÉCROLOGIE

Pendant les vacances de Pâques, la Société des sciences a eu le regret de perdre M. le D^r ADRIEN STOEBER, ancien chef de clinique à la faculté de médecine, médecin-major de 1^{re} classe de réserve, chevalier de la Légion d'honneur, décédé subitement à Nancy à l'âge de cinquante-six ans.

Issu d'une famille de réputés médecins de Strasbourg, il était né en cette ville le 25 octobre 1849. Docteur en médecine en 1876 et fixé à Nancy, il avait établi, rue Stanislas, une clinique ophtalmologique. Membre titulaire de la Société des sciences depuis le 15 mars 1881, il a fait plusieurs fois et jusqu'en 1888, d'intéressantes communications relatives à l'optique physiologique. Mais il abandonna bientôt toute recherche purement scientifique pour se donner plus entier à diverses œuvres de bienfaisance, notamment à celle du Bon lait, et à ses fonctions de conseiller municipal qu'il conserva longtemps. C'est à partir de ce moment qu'on le vit de plus en plus rarement à nos séances; chacun de nous, cependant, conserve le meilleur souvenir du caractère enjoué et de la serviabilité du regretté docteur Stœber. Au nom de la Société des sciences, j'exprime à son beau-frère, M. le doyen Gross, notre collègue, les plus sympathiques condoléances.

*
* *

Quelques jours après, un nouveau deuil affligeait la Société des sciences : M. le D^r LOUIS-ÉMILE HECHT, professeur honoraire de la faculté de médecine, chevalier de la Légion d'honneur, s'éteignait doucement, à l'âge de soixante-quinze ans, après une longue maladie.

D'abord professeur à Strasbourg, il fit partie de cette pléiade d'élite qui, pour ne pas subir le joug prussien, vint aussitôt après

la guerre de 1870 s'établir à Nancy, au grand profit de notre faculté de médecine. La chaire de pathologie générale lui fut donnée, il en resta titulaire jusqu'à sa retraite anticipée, qu'il prit en 1894, son expérience médicale lui faisant pressentir une atteinte de sa santé que personne autre que lui n'aurait certes soupçonnée.

A Strasbourg, il faisait partie de la Société des sciences naturelles depuis 1865. En 1873, grâce à l'initiative des professeurs de Strasbourg réfugiés à Nancy, cette société s'est reconstituée dans la capitale de la Lorraine française, et prit le nom de Société des sciences de Nancy. Le docteur Hecht fut naturellement parmi les plus ardents promoteurs de cette résurrection, et l'on ne tarda pas à mettre à l'épreuve son dévouement en l'appelant à succéder, en 1878, au Dr Monoyer, dans les fonctions de secrétaire général. Il s'y consacra de tout cœur, prenant pour lui toute la tâche, laissant tout l'honneur au président et ne se croyant nullement dispensé pour cela de concourir à l'attrait des séances par des communications toujours goûtées. En 1894, en même temps qu'il prenait sa retraite de professeur, il pria la Société de lui désigner un successeur. Il fallut avec regret se rendre à ses désirs. A partir de ce moment, nous eûmes le chagrin de ne plus le voir à nos séances.

Nous conservons un pieux souvenir de ce collègue aimable, savant et dévoué.

L'ÉTÉ DE LA SAINT-MARTIN

A NANCY

Par C. MILLOT

Plusieurs auteurs, à diverses époques, ont examiné si la croyance populaire en ce qu'on appelle l'été de la Saint-Martin est justifiée. Leurs conclusions sont loin d'être concordantes, quelques-unes même sont contradictoires. Tandis que M. Moureaux, directeur de l'observatoire du parc Saint-Maur, près de Paris, compulsant trente années d'observations (1874-1903) [1], constate, par exemple, un réchauffement nettement accusé et soutenu du 4 au 20 novembre, M. Lancaster, directeur du service météorologique à Uccle, près de Bruxelles, trouve au contraire, à l'aide des moyennes de cinquante-quatre années (1833-1886) [2], un abaissement de température non moins accusé et soutenu du 9 au 22 novembre ; aussi pense-t-il « qu'il vaudrait mieux remplacer l'expression *été de la Saint-Martin* par celle de *froid de la Saint-Martin* ».

L'un et l'autre ont incontestablement raison, leur désaccord prouve simplement que le réchauffement parisien du 11 novembre n'est pas un phénomène cosmique puisqu'il n'est pas général.

Il y a longtemps déjà, Coulvier-Gravier et Silbermann, ayant remarqué la coïncidence de la Saint-Martin et du flux des étoiles filantes du 11 au 13 novembre (3), avaient cru pouvoir attribuer

1. *Annuaire de la Soc. météor. de France*, 1904, p. 233.

2. *Ciel et Terre*, 1886, p. 447.

3. Les Léonides.

le réchauffement correspondant, à l'irruption des météores dans notre atmosphère. Les résultats contraires de Paris et de Bruxelles ne permettent plus cette explication. D'autre part, les mêmes auteurs ayant remarqué que la Saint-Martin et son prétendu réchauffement arrivaient six mois exactement après les saints de glace (11, 12, 13 mai), ils eurent l'idée d'attribuer ces derniers à l'interposition du même essaim de météores entre le soleil et la terre. Mais j'ai montré l'année dernière combien sont variables les dates des refroidissements printaniers⁽¹⁾, on ne peut donc les rattacher, eux non plus, à une cause cosmique, de périodicité régulière.

Quoi qu'il en soit de ces spéculations, j'ai pensé qu'il serait intéressant de savoir comment se comporte l'été de la Saint-Martin à Nancy, qui n'est très éloigné ni de Paris où il y a réchauffement, ni de Bruxelles où il y a refroidissement.

Je dirai tout de suite qu'à l'aide des moyennes températures de chaque jour depuis 1878, année de la création d'une commission météorologique à Nancy, jusqu'à 1905, soit vingt-huit ans, j'ai trouvé, aux dates voisines du 11 novembre, un réchauffement non douteux, mais bien moins accusé que celui de Paris et de durée moindre aussi, du 4 au 16 novembre seulement.

Pour le mettre en relief, j'ai fait usage du procédé suivant.

Lorsqu'on trace la courbe de la marche annuelle de la température à l'aide des moyennes de chaque jour, résultant même d'un très grand nombre d'années, on obtient non, comme on pourrait s'y attendre, une courbe à peu près régulière, peu différente de la sinusoïde théorique, mais une ligne brisée, accidentée de nombreux et importants zigzags, aussi bien dans sa branche ascendante de la première moitié de l'année que dans la branche descendante de la seconde moitié⁽²⁾.

Si l'on ne considère qu'une portion de cette ligne brisée, sur la branche descendante, du 28 octobre au 30 novembre, par exemple, en cherchant à y découvrir le réchauffement de la Saint-Martin, on est déconcerté par les nombreuses irrégularités de la courbe et l'on n'arrive à aucune certitude, faute d'une ligne de repère inclinée suivant la décroissance générale de la tempéra-

1. *Bull. de la Soc. des sciences*, 1905, p. 39.

2. *Bull. de la Soc. des sciences*, 1892, p. 1.

ture, car la ligne des abscisses qui porte les dates n'est d'aucun secours pour cette recherche à cause de son horizontalité.

J'ai alors imaginé d'adopter comme repère la ligne droite réunissant les extrémités de la partie de la ligne brisée représentant les moyennes températures de chaque jour, du 28 octobre au 30 novembre pour Paris et Nancy, de façon à ce que le 11 novembre tombât vers le milieu de cette période; et du 1^{er} au 30 novembre pour Bruxelles; M. Lancaster, dans son travail, n'ayant envisagé les températures qu'à partir du 1^{er} novembre, nous laisse dans l'ignorance des moyennes de Bruxelles du 28 au 31 octobre.

La ligne droite ainsi tracée en pointillé sur le diagramme, pour chacune des trois stations, représente, en somme, ce que serait la courbe des températures si celles-ci allaient en décroissant régulièrement, de la même quantité, d'un jour à l'autre, entre les dates extrêmes choisies, et l'on peut convenir d'appeler *températures théoriques* les ordonnées menées à chaque date jusqu'à la ligne pointillée. Alors, les réchauffements se traduiront par la présence de la ligne brisée des *températures vraies* au-dessus de la ligne droite des températures théoriques; les refroidissements seront indiqués par le passage de la ligne brisée en dessous de la ligne pointillée. Dans le premier cas, les différences entre les températures vraies et les températures théoriques seront positives et prendront le signe +; elles seront négatives dans le second cas et prendront le signe —.

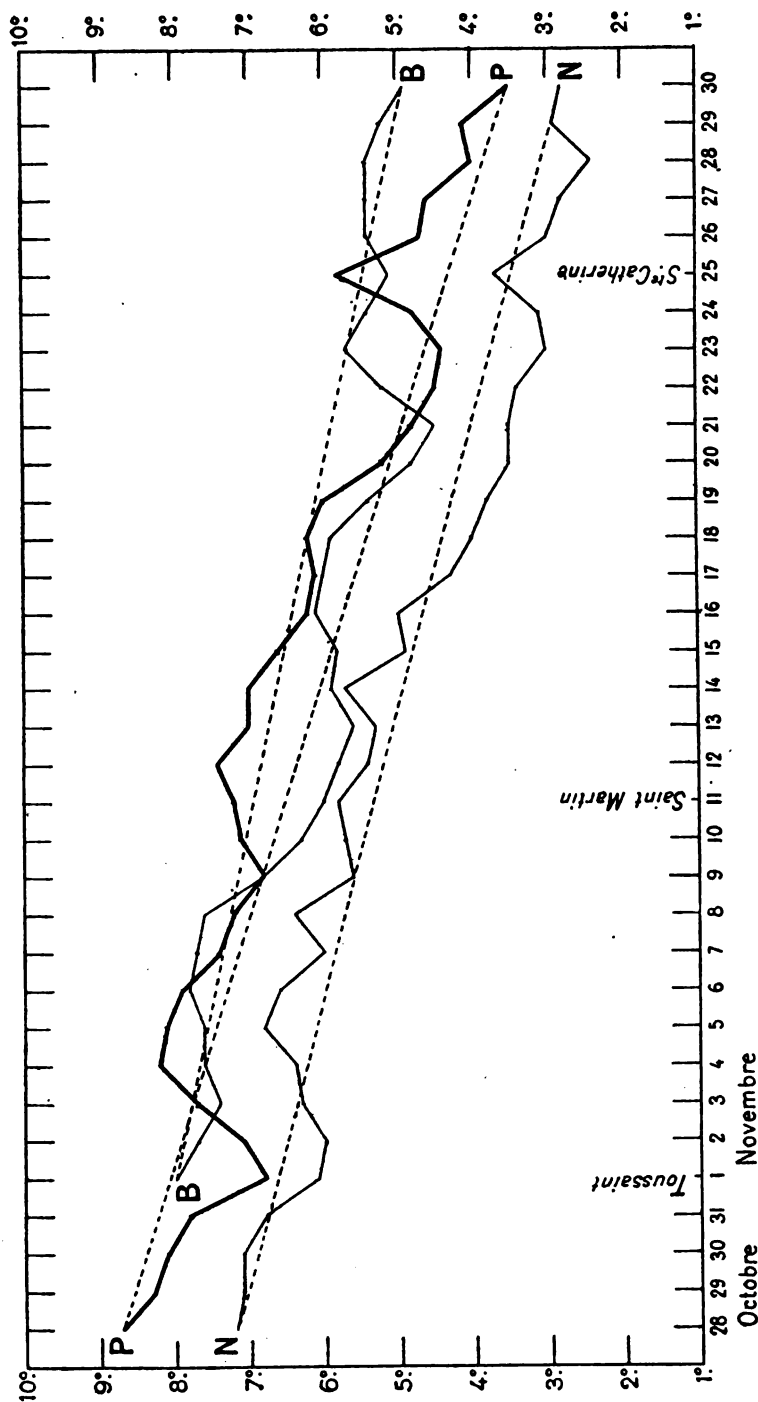
C'est à l'aide de ce procédé qu'ont été construits le tableau et le diagramme suivants :

TABEAU

L'été de la Saint-Martin à Nancy, Paris et Bruxelles

DATES	PARIS (SAINT-MAUR) 1874-1903			NANCY 1878-1905			BRUXELLES (UCCLE) 1833-1886		
	Températures théoriques	Températures vraies	Différences	Températures théoriques	Températures vraies	Différences	Températures théoriques	Températures vraies	Différences
28 octobre	8° 7	8° 7	0° 0	7° 2	7° 2	0° 0			
29 —	8 55	8 3	— 0 25	7 05	7 1	+ 0 05			
30 —	8 4	8 1	— 0 3	6 9	7 1	+ 0 2			
31 —	8 25	7 8	— 0 45	6 8	6 8	0 0			
1 ^{er} nov. (Yousaint).	8 1	6 8	— 1 3	6 65	6 1	— 0 55	8° 0	8° 0	0° 0
2 novembre . . .	7 95	7 1	— 0 85	6 5	6 0	— 0 5	7 9	7 7	— 0 2
3 —	7 8	7 7	— 0 1	6 4	6 3	— 0 1	7 8	7 4	— 0 4
4 —	7 6	8 2	+ 0 6	6 25	6 4	+ 0 15	7 7	7 6	— 0 1
5 —	7 45	8 1	+ 0 65	6 1	6 8	+ 0 7	7 6	7 6	0 0
6 —	7 3	7 9	+ 0 6	6 0	6 6	+ 0 6	7 5	7 8	+ 0 3
7 —	7 15	7 4	+ 0 25	5 85	6 0	+ 0 15	7 4	7 7	+ 0 3
8 —	7 0	7 2	+ 0 2	5 7	6 4	+ 0 7	7 25	7 6	+ 0 35
9 —	6 8	6 8	0 0	5 6	5 6	0 0	7 15	6 8	— 0 35
10 —	6 65	7 1	+ 0 35	5 5	5 7	+ 0 2	7 05	6 3	— 0 75
11 — (S ^t Martin).	6 5	7 2	+ 0 7	5 35	5 8	+ 0 45	6 95	6 0	— 0 95
12 —	6 35	7 4	+ 1 05	5 2	5 4	+ 0 2	6 85	5 8	— 1 05
13 —	6 2	7 0	+ 0 8	5 05	5 3	+ 0 25	6 75	5 6	— 1 15
14 —	6 0	7 0	+ 1 0	4 95	5 7	+ 0 75	6 6	5 9	— 0 7
15 —	5 85	6 6	+ 0 75	4 8	4 9	+ 0 1	6 5	5 8	— 0 7
16 —	5 7	6 2	+ 0 5	4 7	5 0	+ 0 3	6 4	6 1	— 0 3
17 —	5 55	6 1	+ 0 55	4 55	4 3	— 0 25	6 3	6 0	— 0 3
18 —	5 4	6 2	+ 0 8	4 4	4 0	— 0 4	6 2	5 9	— 0 3
19 —	5 25	6 0	+ 0 75	4 25	3 8	— 0 45	6 1	5 4	— 0 7
20 —	5 1	5 2	+ 0 1	4 1	3 5	— 0 6	6 0	4 8	— 1 2
21 —	4 9	4 8	— 0 1	4 0	3 5	— 0 5	5 85	4 5	— 1 35
22 —	4 75	4 5	— 0 25	3 85	3 4	— 0 45	5 75	5 2	— 0 55
23 —	4 6	4 4	— 0 2	3 75	3 0	— 0 75	5 65	5 7	+ 0 05
24 —	4 45	4 8	+ 0 35	3 6	3 1	— 0 5	5 55	5 4	— 0 15
25 nov. (S ^{te} Catherine).	4 3	5 8	+ 1 5	3 45	3 7	+ 0 25	5 4	5 1	— 0 3
26 novembre . . .	4 15	4 7	+ 0 55	3 3	3 0	— 0 3	5 3	5 4	+ 0 1
27 —	4 0	4 6	+ 0 6	3 2	2 8	— 0 4	5 2	5 4	+ 0 2
28 —	3 8	4 05	+ 0 25	3 05	2 4	— 0 55	5 1	5 4	+ 0 3
29 —	3 65	4 1	+ 0 45	2 9	2 9	0 0	5 0	5 2	+ 0 2
30 —	3 5	3 5	0 0	2 8	2 8	0 0	4 9	4 9	0 0

L'été de la Saint-Martin à Nancy, Paris et Bruxelles



BB : Bruxelles (Uccle), 1833-1886. — PP : Paris (Saint-Maur); 1874-1903. — NN : Nancy, 1878-1905.

Sur l'un comme sur l'autre, on voit d'une façon très nette :

A Paris, un relèvement de la température accentué et continu du 4 au 20 novembre, avec une légère et unique interruption le 9. L'élévation de la température atteint un degré le 12 et le 14 ;

A Nancy, un relèvement de la température, bien moins accusé, puisqu'il n'atteint jamais un degré et dure seulement du 4 au 16, avec la même interruption le 9 ;

A Bruxelles, au lieu d'un réchauffement, un important abaissement de la température, ininterrompu du 9 au 22, atteignant plus d'un degré le 12 et le 13.

A Paris comme à Nancy, l'été de la Saint-Martin est précédé d'un coup de froid très marqué à la Toussaint et qui, par contraste, contribue certainement à rendre plus sensible le réchauffement qui le suit, disposant ainsi le public à s'en exagérer l'importance. Ce coup de froid de la Toussaint, de même que l'été de la Saint-Martin, est moins accusé à Nancy qu'à Paris.

A Bruxelles, rien de semblable le 1^{er} novembre : c'est le 3 seulement que l'on voit une légère dépression de la température.

On constate aussi avec surprise, à Paris et à Nancy, le 25 novembre, une très remarquable et très brusque élévation de la température, absolument inattendue, imprévue, qui n'est, à ma connaissance, l'objet d'aucun dicton⁽¹⁾ ; elle est également moins marquée à Nancy qu'à Paris, mais, dans les deux cas, consécutive au minimum du 23. A Bruxelles, au contraire, ont lieu un réchauffement le 23 et un refroidissement le 25.

Enfin, on ne peut manquer d'être frappé du parallélisme presque parfait de la marche de la température à Paris et à Nancy, la courbe de Nancy se tenant plus bas d'environ deux degrés en moyenne, à cause de la différence des climats. La marche de la température à Bruxelles, au contraire, montre une indépendance absolue relativement à celles de Paris et de Nancy.

Dans leur examen de l'été de la Saint-Martin, MM. Moureaux et Lancaster n'ont envisagé que la température. Or, d'après la conviction populaire, au réchauffement réel doit s'ajouter le beau temps. J'ai voulu voir si à ce point de vue également le proverbe

1. Le jour de Sainte-Catherine aurait pu cependant servir d'occasion pour la malice gauloise. Mais les dictons, abondants pour la première moitié de l'année, alors qu'on est inquiet sur l'avenir des récoltes, vont se raréfiant vers l'arrière-saison.

était justifié à Nancy. Pour y arriver, j'ai compulsé les observations de la nébulosité et de la pluie durant la même période de vingt-huit ans (1878-1905) et dressé le tableau suivant où l'on voit, dans la première semaine de novembre, un minimum relatif de la quantité de pluie ; mais, dès le 8, les nombres sont décidément

JOURS DE NOVEMBRE	NÉBULOSITÉ moyenne en %	HAUTEUR moyenne de pluie en vingt-huit ans	COEFFICIENT de pluviosité	NOMBRE de jours de pluie en vingt-huit ans
1	68	2,1	1,0	16
2	69	3,5	1,7	12
3	78	3,7	1,8	16
4	68	3,8	1,9	12
5	67	3,0	1,5	12
6	58	3,6	1,8	10
7	75	3,5	1,7	14
8	79	5,3	2,6	15
9	82	5,9	2,9	16
10	75	4,4	2,2	16
11	69	4,4	2,2	14
12	74	4,3	2,1	9
13	67	6,8	3,4	14
14	67	4,0	2,0	13
15	79	2,5	1,3	11
16	71	3,1	1,5	11
17	65	4,8	2,4	16
18	77	3,1	1,5	17
19	87	4,8	2,4	13
20	85	3,6	1,8	15
21	77	5,0	2,5	16
22	81	5,3	2,6	15
23	87	5,0	2,5	13
24	77	3,5	1,7	15
25	81	8,2	4,1	16
26	77	3,7	1,8	19
27	74	3,7	1,8	10
28	78	8,0	4,0	14
29	92	3,7	1,8	15
30	82	2,8	1,4	16

ment plus élevés et restent à peu près tels jusqu'à la fin du mois. Le nombre de jours de pluie ne fournit aucune indication, on remarque seulement un minimum isolé le 12 et un maximum également isolé le 26. La colonne de la nébulosité est plus favorable à l'idée qu'un beau temps doit accompagner le réchauffement de novembre : la proportion de nuages est moindre en effet

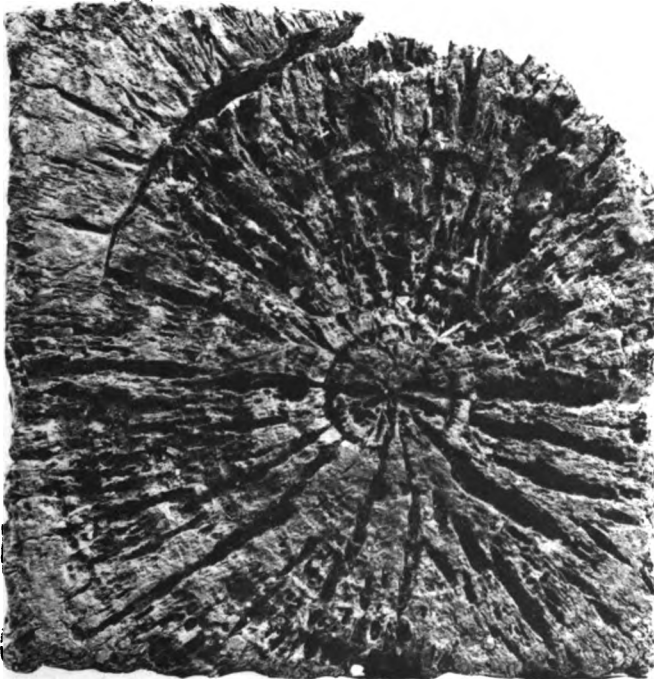
dans la première moitié du mois et même jusqu'au 18 ; après cette date, les jours de forte nébulosité sont plus fréquents.

En résumé, l'été de la Saint-Martin considéré comme un regain temporaire de chaleur existe réellement à Nancy, quoique assez peu accentué ; mais le froid de la Toussaint qui le précède contribue à en exagérer l'importance par contraste.

Quant au beau temps de la Saint-Martin, la statistique en établit également l'existence à Nancy, manifestée par une nébulosité relativement moindre du 1^{er} au 18 novembre ; mais le minimum de pluie du 1^{er} au 7 ne semble pas s'étendre au delà de cette date.



8



14

Phototypie d'Art Royer et C^{ie}, Nancy.

Réduit aux 6/10

SÉRIE A.

8. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 ‰.
Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement
rez-terre dans du terreau.

14. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le n° 8.
Cette figure représente la surface des cubes d'essai



8



14

Phototypé d'Art Royer et C^{ie}, Nancy.

Réduit aux 6/10

8. — Peuplier immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 ‰.

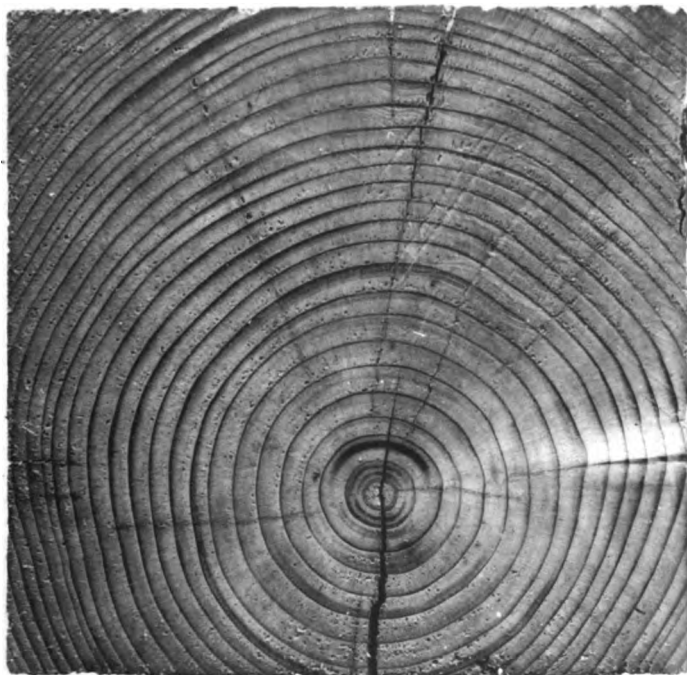
Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement
rez-terre dans du terreau.

14. — Peuplier témoin placé dans les mêmes conditions que le précédent.

Cette figure représente la section médiane des cubes de la planche I
et montre que l'état sain ou altéré du bois est le même au milieu qu'à la surface



16



6

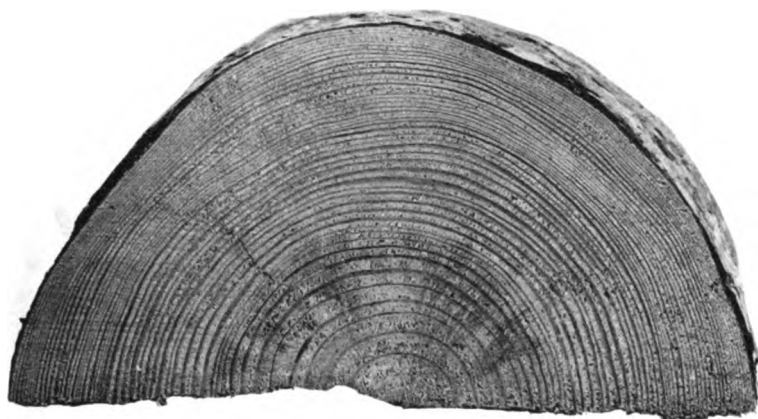
Phototypie d'Art Royer et C^{ie}, Nancy.

Réduit aux 6/10.

SÉRIE D.

6. — Sapin immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 %, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.

16. — Sapin témoin placé dans les mêmes conditions que le n° 6. La photographie représente la section médiane des cubes d'essai qui ont



8



Phototypie d'Art Royer et C^{ie}, Nancy.

Réduit aux 6/10.

29

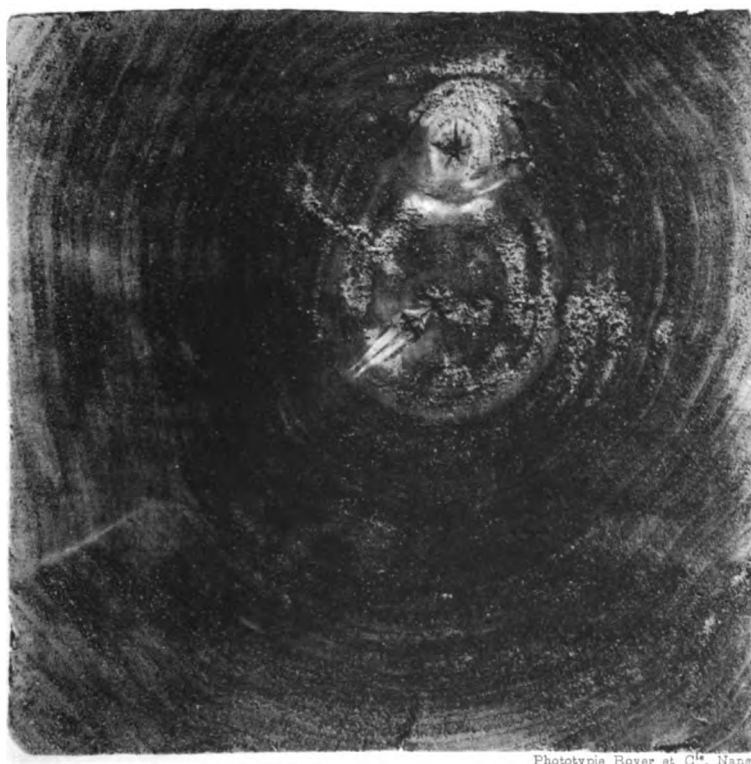
SÉRIE D.

8. — Pin d'Alep immergé pendant 24 heures dans une solution de microsol à 4 ‰, et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à Ludres, près Nancy.

29. — Pin d'Alep témoin placé dans les mêmes conditions que le précédent. La photographie représente la section médiane de la demi-rondelle qui a 15 centimètres de hauteur.



12



11

Phototypie Royer et C^{ie}, Nancy.**SÉRIE D**

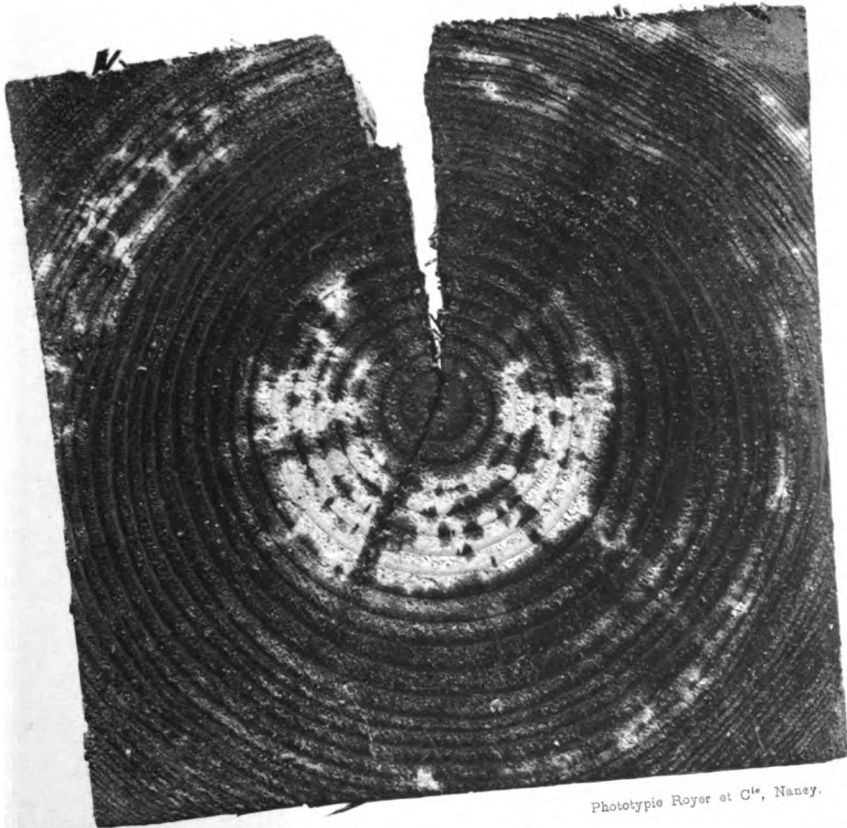
12. Pin d'Alep immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine, à comparer avec le n° 29 de la planche IV.

SÉRIE A

11. Peuplier immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius. Photographié après 3 ans d'exposition en plein air, à comparer avec le n° 14 de la planche II.



17



11

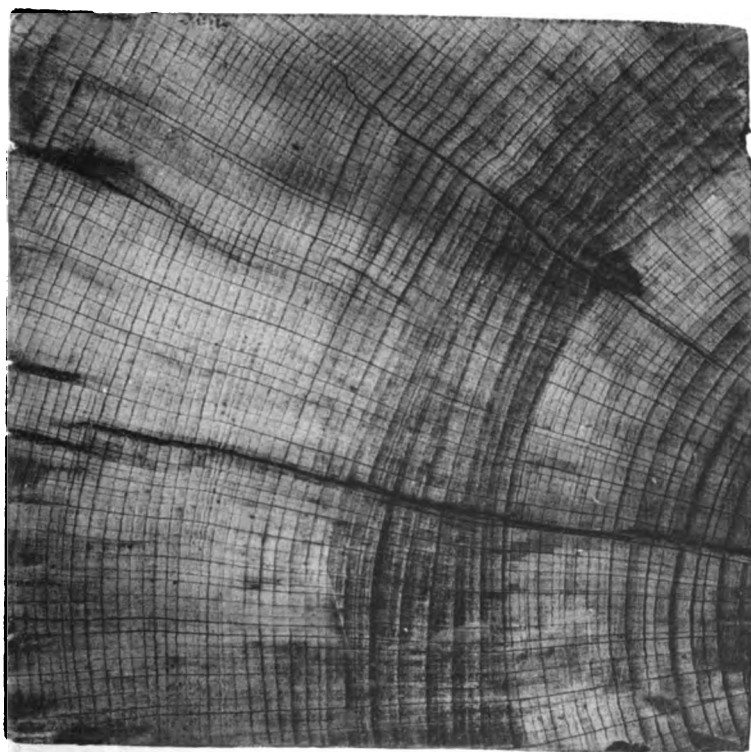
Phototypie Royer et C^{ie}, Nancy.

SÉRIE C

11. Sapin immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine.
 11. Sapin immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius et resté 3 ans dans une galerie de mine de fer oolithique de Lorraine.



1



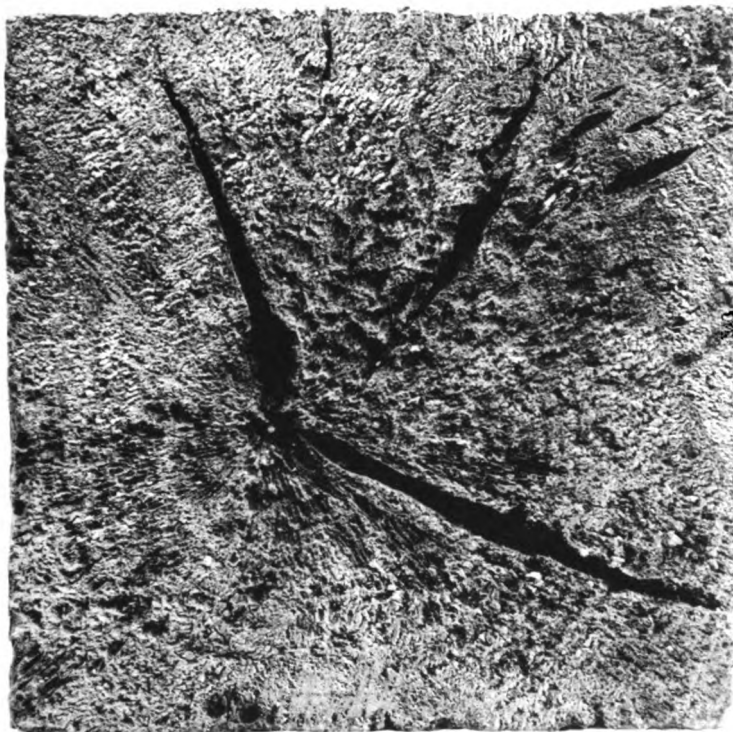
14

Phototypie Royer et Co., Nancy.

SÉRIE B

14. Hêtre immergé pendant 24 heures dans le Carbolineum Avenarius. Photographié après 3 ans d'exposition en plein air et d'enfouissement rez-terre dans du terreau (Section médiane du

gle



3 bis

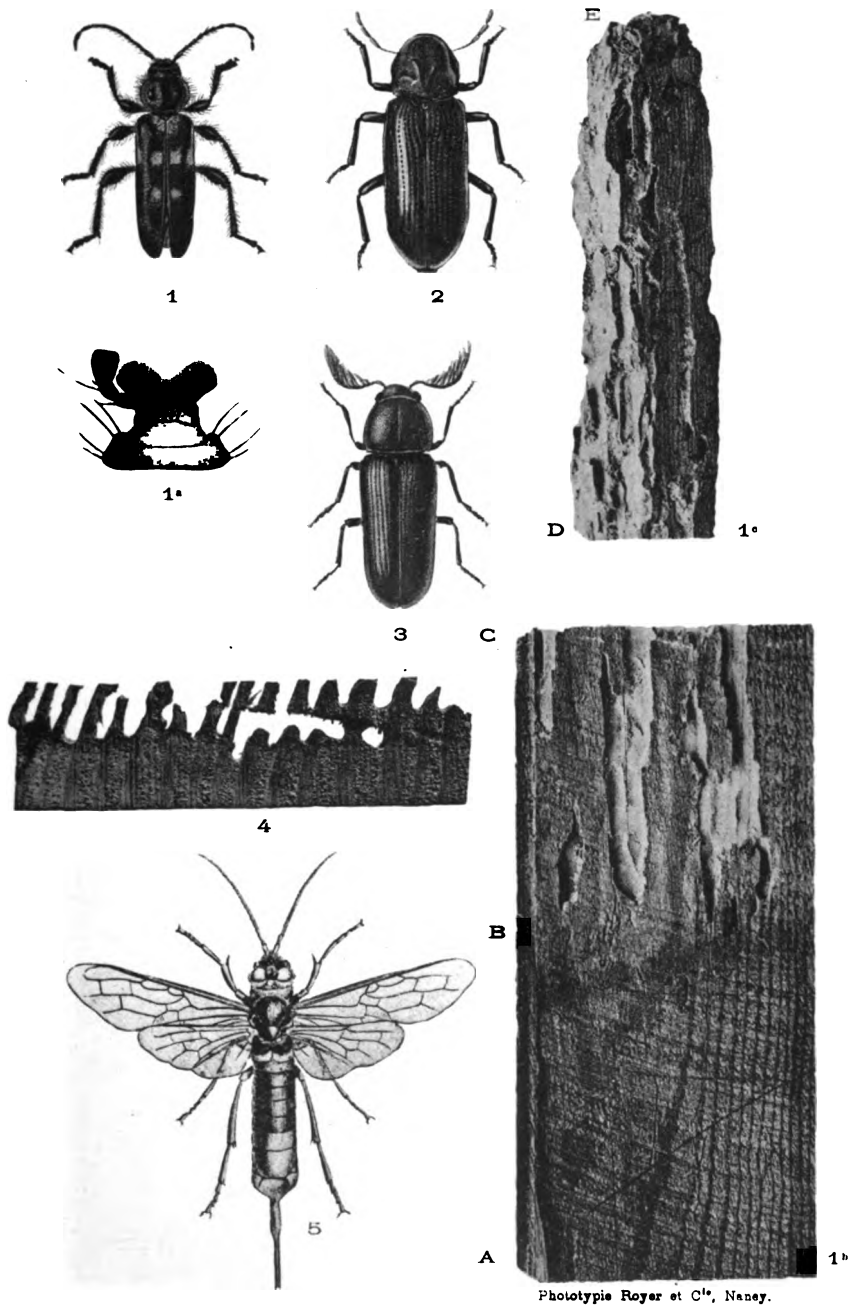


3

Photo. type. A. J. C. H. H. H. H.

SÉRIE D

3. Peuplier immergé pendant 24 heures dans l'antimonine et resté 3 ans dans une galerie de mine de feroolithique de Lorraine. Surface du cube d'essai. Le bois est intact.
- 3 bis. Après 2 ans de séjour dans la galerie, l'échantillon précédent a été scié en deux: une moitié est restée en place; l'autre moitié (3 bis) a été exposée seulement un an aux



Phototypie Royer et Cie, Nancy.

1. Capricorne domestique (*Hylotrupes bajulus* L.). Longueur 17 $\frac{1}{2}$ en général.

1a. Ses palpes labiaux.

1° et 1° Chevron en bois de pin (toiture d'un hangar) en place depuis 15 ans. L'extrémité AB, badigeonnée au Carbolineum Avenarius, a été, grâce à cet insecticide, épargnée par le capricorne domestique qui a fait disparaître à l'état de vermoulure presque toute l'extrémité DE primitivement de même équarrissage $\frac{16}{29}$ que la partie AC. Les galeries de l'insecte en 1° se sont arrêtées juste à la limite B de la partie carbolinée.

2. Vrillette opiniâtre (*Anobium pertinax* L.). Longueur 6 $\frac{1}{2}$.

3. *Ptilinus costatus*. Gyll. ♂. Longueur 4 $\frac{1}{2}$.

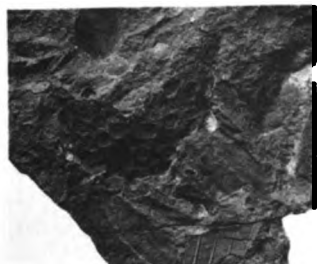
4. Coupe transversale d'une planche en bois de pin, rongée par les termites, à Bordeaux. Les insectes, en rongant la face postérieure de la planche, ont respecté les zones dures de bois d'été.

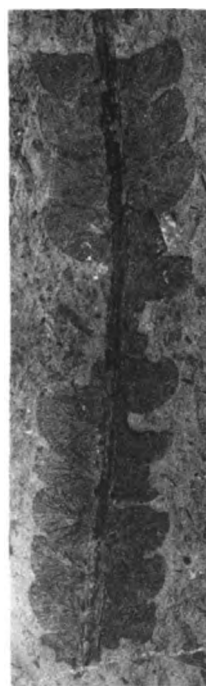
5. Coupe transversale d'une planche en bois de pin, rongée par les termites, à Bordeaux.



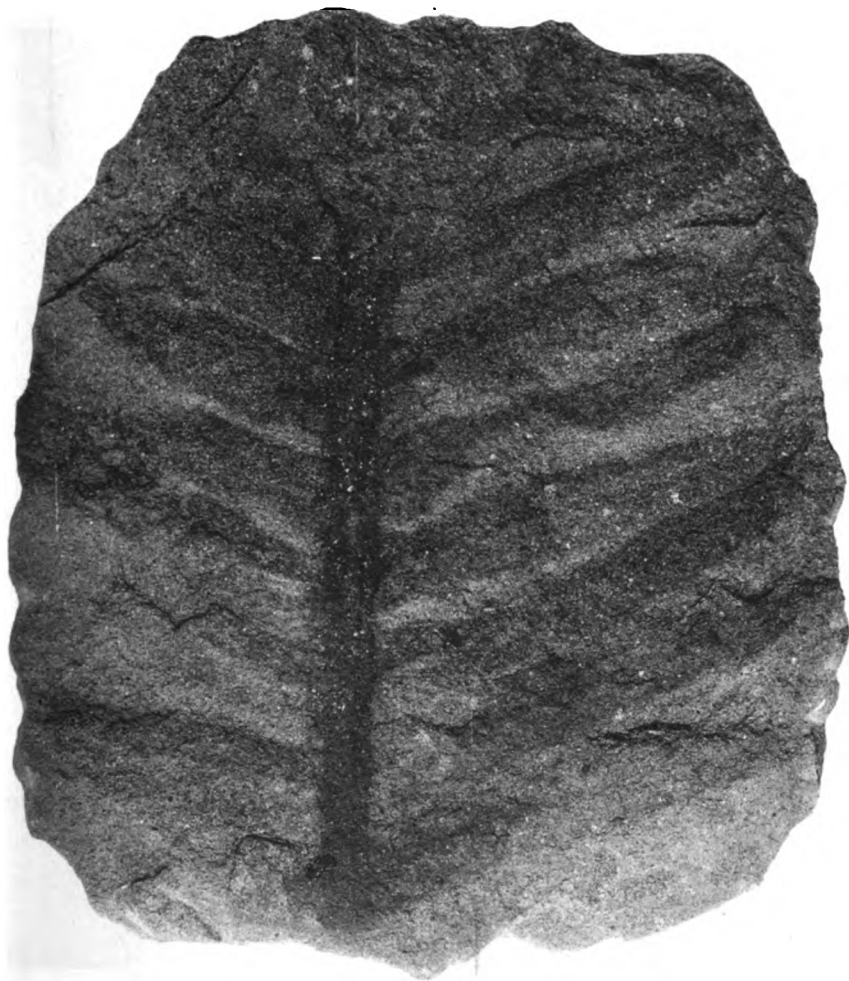
Clichés de M. Valentin

Imprimeries Réunies, Nancy



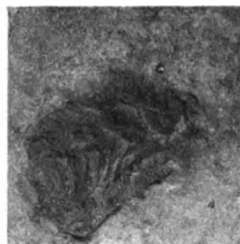


2



1







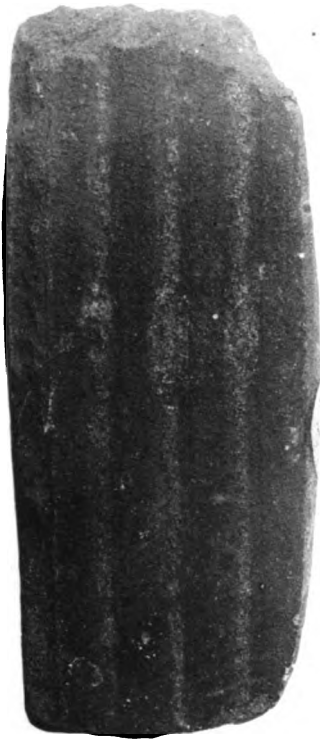
1

2

2



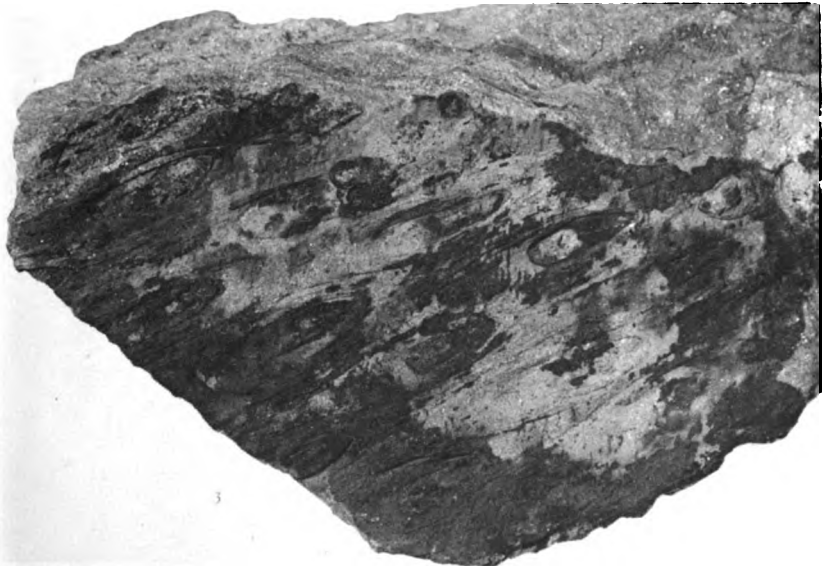




1

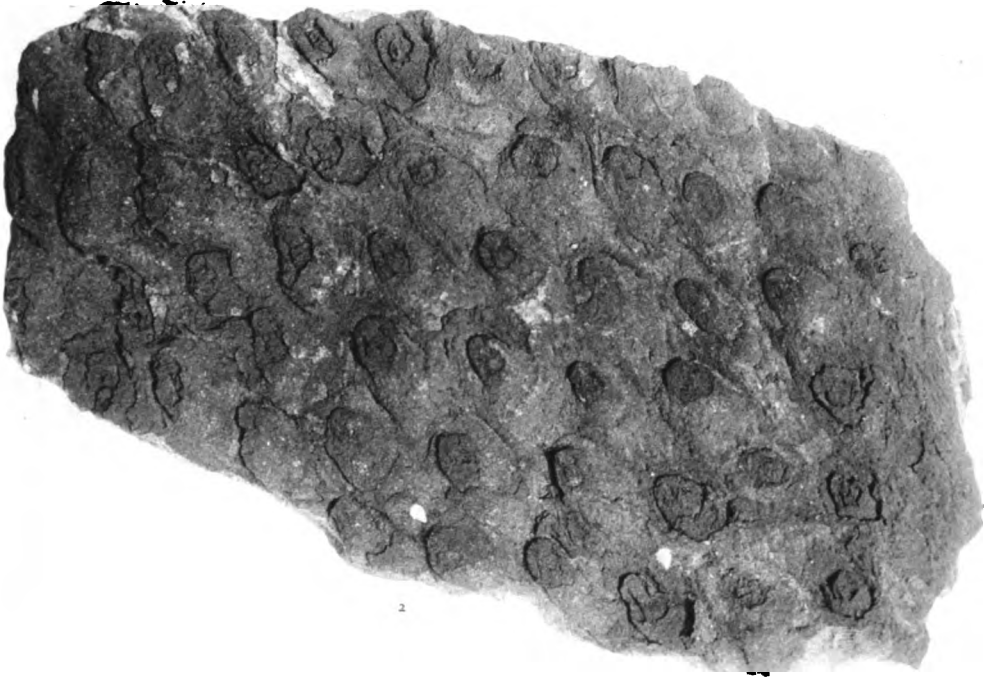


2



3





FLORE FOSSILE DU TRIAS

EN LORRAINE

ET EN FRANCHE-COMTÉ

Par P. FLICHE

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT, ANCIEN PROFESSEUR A L'ÉCOLE NATIONALE FORESTIÈRE

(Suite [1])

ACOTYLÉDONES VASCULAIRES

Les cryptogames vasculaires abondent dans certaines couches du Trias lorrain, sinon comme variétés de formes, au moins comme nombre d'individus. On a vu, plus haut, que dès les premières recherches d'A. Brongniart sur la flore du grès bigarré, c'étaient des espèces leur appartenant, avec quelques conifères et de soi-disant monocotylédones, aujourd'hui placées aussi parmi les cryptogames, qu'il avait décrites. Il n'avait d'ailleurs admis que des fougères et des équisétacées, ne signalant aucune lycopodinée. Il en a été de même pour ses successeurs, jusqu'à une date fort récente, pour l'ensemble du Trias, et si les travaux de Corda, Spicker, Blankenhorn, Potonié, de Solms-Laubach ont montré que cette manière de voir était inexacte, le Trias lorrain passait encore pour n'en pas présenter jusqu'au jour où je les ai signalées dans une note parue dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (2). Un remarquable travail d'A. Mougeot, passé trop inaperçu, aurait pu cependant mettre sur la voie de la vérité.

1. Voir *Bulletin des séances de la Société des sciences de Nancy*, n° 3 (mai-août) 1905.

2. 6 avril 1903.

En réalité, notre domaine floral présente des restes de trois grandes classes de cryptogames vasculaires : fougères, équisétinées, lycopodinées. C'est par les premières que je vais commencer l'étude de l'embranchement.

Fougères

Les fougères ont été rencontrées, dans le Trias du pied des Vosges et du Jura, surtout dans les étages inférieur et moyen ; elles y sont parfois largement représentées comme nombre d'individus, mais assez peu variées comme espèces. Elles y sont représentées par des empreintes de frondes et par des moules de tiges. Je dois toutefois faire observer, dès à présent, que plusieurs de ces moules, attribués primitivement à des fougères, ne leur appartiennent pas et doivent se rapporter à ces lycopodinées, longtemps méconnues, dont il a été question plus haut. Peut-être y a-t-il aussi dans ces fossiles, généralement peu volumineux, des cycadées.

Aucun des organes dont je viens de parler ne présente malheureusement de structure conservée ; les frondes n'ont gardé non plus aucun reste certain de la fructification des plantes auxquelles elles ont appartenu, en sorte qu'il est impossible non seulement de rapporter ces fossiles à des genres vivants, à supposer que certains de ceux-ci aient été réellement représentés parmi eux, ce qui ne me semble pas probable ; mais même de les rapprocher de certains de ceux-ci. Une seule espèce fait exception, c'est la première de celles qui vont être énumérées ; mais c'est sur un échantillon du keuper suisse que ses affinités ont été déterminées par Heer et non sur un fossile de ma circonscription florale.

Non seulement on ne peut, en général, déterminer les affinités de ces fougères triasiques, mais on pourrait même se demander si toutes les plantes rapportées à cette classe lui appartiennent en réalité ; les *Neuropteridium*, en effet, présentent, dans leurs frondes, assez d'analogie avec les *Neuropteris* houillers pour qu'on les ait longtemps confondus avec eux et pour que, dans tous les cas, on les place dans la même famille. L'attribution des *Neuropteris* aux fougères, qui inspirait depuis un certain temps de grands doutes, vient d'être démontrée fausse par les beaux travaux de M. Kidston. Il ne me semble pas toutefois que

cette conclusion doive s'étendre aux *Neuropteridium* pour lesquels on n'a pas, jusqu'à présent, trouvé de graines ; alors que le soi-disant *Crematopteris typica* semble bien être une fronde fertile de *Neuropteridium*, tout à fait analogue à celles de certaines fougères vivantes, des *Lomaria*, par exemple, suivant la juste remarque de M. Zeiller⁽¹⁾.

Je commencerai par étudier les frondes, je passerai ensuite aux tiges, les deux catégories d'organes devant être étudiées à part, puisqu'ils ne se tiennent jamais attachés l'un à l'autre et qu'on ne peut, en conséquence, savoir à quelles frondes se rapportent les tiges, ni même si ces dernières se rapportent exclusivement à quelqu'une des frondes étudiées ; on verra toutefois que, pour la tige la mieux conservée, il y a de grandes probabilités dans le rapprochement qui a été proposé avec une des frondes les plus communes du Trias inférieur et moyen.

FRONDES

Danæopsis Heer

Heer, à la suite de la découverte d'échantillons fructifiés à la Neue-Welt, près de Bâle, a créé ce genre pour une belle fougère, primitivement décrite, par Presl, sous le nom de *Tæniopteris Marantacea*, rattachée ensuite par plusieurs auteurs à d'autres genres, rapprochée même par Bornemann des cycadées du genre *Stangeria*, et l'un des plus caractéristiques de la flore du keuper seulement ou de celui-ci et de la partie supérieure du Trias moyen, suivant qu'on rattache la lettenkohle au premier ou au second de ces étages. Heer fait observer que, par sa nervation et par certains caractères des fructifications, la fougère fossile se rapprochait beaucoup des *Danæa*, sans cependant, à raison de différences dans ces mêmes fructifications, pouvoir leur être identifiée. Il établit aussi qu'elle ne rentrait dans aucun autre genre vivant, d'où la nécessité de créer un type générique nouveau. Ce genre a été adopté par la plupart des paléontologistes et, en dehors de l'espèce sur laquelle Heer l'avait basé, Schimper lui a attribué une fougère provenant également de la lettenkohle et qu'il avait trouvée, au musée de Stuttgart, désignée sous le nom de *Tæn'o-*

1. *Éléments de Paléobotanique*, p. 109.

pteris Rumpfii. Stur en a distingué une troisième espèce, toujours dans le Trias des couches de Lunz, et l'a nommée *D. Lunzensis*⁽¹⁾.

En dehors du Trias, le genre paraît avoir été rencontré dans le Permien supérieur où le *Tæniopteris Eckardi* Germ. semble devoir lui être attribué, et peut-être dans le Lias des Indes, sous une forme spécifique distincte des précédentes, *D. Rajmahalensis* Feist.

La partie supérieure du Trias moyen, aux environs de Lunéville, renferme l'espèce-type dont il va être question maintenant.

12. *D. Marantacea* (Presl) Heer. Pl. VI, fig. 1.

Marantoidea arenacea Jæger., *Pflanzenverst.*, p. 28, tab. V, fig. 5. 1827.

Pecopteris macrophylla Brong., *Hist. des végétaux fossiles*, p. 362, 1835 ou 1836, pl. CXXXVI. 1836.

Aspidites Schübelensis Gæpp., *Syst. fil.*, p. 351. 1836.

Crepidopteris Schænleiniana Presl, in *STERNB. Flora d. Vorwelt*, II, p. 119. 1838.

Tæniopteris marantacea Presl, in *STERNB.*, 1838.

Stangerites marantacea Born., *Org. Reste d. Lettenk. Thüring.*, p. 60. 1856.

Thaumatopteris marantacea Schenk, *Verh. d. phys. med. Gesellsch. in Würzburg*, p. 191, 271, pl. IV, 1-3. 1858⁽²⁾.

Tæniopteris vittata major Bron., p. 147, tab. XII, fig. 2. 1851-1856.

Cette belle espèce, la plus commune et la mieux connue du genre, comme je l'ai dit plus haut, est en même temps une des plus caractéristiques des couches triasiques à partir de la lettenkohle attribuée tantôt au keuper, tantôt au Trias moyen; Sappora⁽³⁾ l'a en outre indiquée dans les grès de Couches-les-Mines, près d'Autun, à la base du Rhétien, d'après des échantillons appartenant à M. Pellat; mais l'attribution reste entachée de doute à cause de l'imperfection des échantillons; Heer l'a fait remarquer⁽⁴⁾ et l'examen des figures de la *Paléontologie française* justifie ses réserves. Il semble très probable qu'il s'agit d'un *Danæopsis*; et il est possible que celui-ci soit le *D. marantacea*, sans qu'on puisse l'affirmer; si les échantillons, ce qui, d'après le des-

1. « Die obertriasische Flora der Lunzer Schichten und des bituminösen Schiefers von Raibl. » (*Sitzungsb. der Kais. K. Akad. d. Wiss.*, XCI, 1885, Vienne, p. 97.)

2. Schænlein, en envoyant des échantillons de cette plante à Brongniart, l'avait nommée *Tæniopteris fruticosa*; ce nom étant essentiellement un *nomen nudum* ne doit pas, à mon avis, figurer dans la synonymie.

3. *Paléontologie française. Plantes jurassiques*, I, p. 454, pl. LXXV, fig. 1-3.

4. *Flora fossilis Helvetiæ*, p. 72.

sin, paraît être, présentent la largeur des pinnules, celles-ci seraient très sensiblement plus étroites que sur tous les échantillons figurés provenant du keuper et de la lettenkohle, ce qui serait un argument non absolu, mais à coup sûr sérieux contre l'identité spécifique.

Dans le Trias, le *D. marantacea* paraît se rencontrer partout ; on l'a signalé en diverses localités de l'Allemagne, de l'Autriche et de la Suisse. Peut-être même existe-t-il dans les couches de même âge de l'Amérique du Nord, mais MM. Lester Ward et Fontaine⁽¹⁾, tout en considérant cette existence comme très probable, d'après un seul échantillon de la collection Emmons, font les plus expresses réserves sur l'identification spécifique et même, quoique à un beaucoup moindre degré, relativement à l'attribution générique. L'examen de la figure qu'ils donnent de l'échantillon, qui, bien que fructifié, est fort imparfait et surtout incomplet, justifie cette manière de voir.

Je n'ai d'abord eu à ma disposition qu'un seul fragment de la plante recueillie en Lorraine par Lebrun ; cet unique échantillon appartient aujourd'hui à l'École supérieure des mines ; il présente seulement un fragment de pinnule, mais grand, puisqu'il atteint une longueur de 98 millimètres ; il présente seulement la moitié de l'organe, mais avec la nervure médiane ; de plus, sa nervation est assez bien conservée. Aussi, bien qu'il soit stérile, la détermination ne laisse prise à aucun doute. C'est bien la même dimension de nervure médiane, la même forme et le même écartement des nervures que sur les échantillons-types, enfin la même taille et surtout la même largeur dont on peut se rendre complètement compte. Sous ce rapport, l'échantillon lorrain ressemble surtout aux très beaux spécimens figurés par Schimper dans son *Traité de paléontologie*, par Schœnlein et enfin par Schenk dans les *Palæontographica*. Cette largeur, pour notre échantillon, est, en moyenne, de 28 millimètres pour la moitié de la pinnule à partir de la ligne médiane de la nervure principale, soit 56 millimètres pour l'organe entier. Ce sont des dimensions très fortes, supérieures à celles des échantillons suisses ; peut-être ces der-

1. *Status of the mesozoic Flora of the United States*. First part. The older Mesozoic, by Lester Ward, with the collaboration of M. W. Fontaine, etc. Washington 1900, p. 284, pl. XXXVIII, fig. 7.

niers doivent-ils leurs dimensions moindres que celles des autres échantillons à ce qu'ils sont fructifiés.

Depuis l'époque à laquelle j'ai fait l'étude de l'échantillon qui vient d'être décrit, M. Nicklès a retrouvé à Lunéville deux autres échantillons de la même fougère, recueillis aussi par Lebrun, soit à Chauffontaine, soit à Sainte-Anne, plus probablement dans la première localité, fort peu éloignée d'ailleurs de la seconde. Ces échantillons font aujourd'hui partie des collections du laboratoire géologique de la faculté des sciences de Nancy et ils m'ont été obligeamment communiqués. Ils sont mieux conservés encore que le précédent et, par suite, ils ne laissent aucun doute sur la légitimité de la détermination ; ils sont aussi plus complets que l'échantillon de l'École des mines, en ce sens qu'ils donnent la largeur entière des penes dont ils proviennent. Le plus grand provient du milieu de la pene, il mesure 145 millimètres de longueur et, dans la région peu étendue d'ailleurs où il présente les deux marges, celle de droite étant presque entièrement conservée, il mesure 54 millimètres de largeur ; cela dénote, comme on le voit, une fronde de très grandes dimensions, comme l'échantillon précédent ; le second des nouveaux confirme aussi ces données, quoique sa largeur soit un peu moindre, 34 millimètres à l'endroit où elle est maximum, 26 là où elle est minimum ; mais cela tient à ce qu'il s'agit d'un fragment pris vers l'extrémité, là où la pene se rétrécit pour présenter la forme que l'on constate bien, surtout sur le magnifique échantillon de la planche XXXVII du *Traité de paléontologie végétale* de Schimper.

Trias moyen supérieur, Meurthe-et-Moselle : Chauffontaine (*Lebrun*). [École des mines et faculté des sciences.]

Asterotheca Presl

Une seule espèce de ce genre a été signalée dans le keuper du pied du Jura et rapportée au genre *Pecopteris*, auquel l'avait attribuée Brongniart, le premier qui s'en était occupé ; il n'en avait pas vu les fructifications. Ce sont celles-ci, rencontrées par Heer dans le keuper de Moderhalde, en Suisse, qui lui ont permis de constater les véritables affinités de cette plante et de la placer dans le genre créé par Göppert sous le nom d'*Asterocarpus* réuni aujourd'hui aux *Asterotheca* Presl. C'est la suivante :

13. *Asterotheca Meriani* (Brongn. sub. sp.). Stur, *Die Obertr. Flora d. Lunzersch. etc. Sitzb. Akad. d. Wiss. Vienne*, p. 97, 1885.

Pecopteris Meriani Brongn., *Hist. des végét. foss.*, I, p. 289. 1830. Pl. XCI, fig. 5. 1832 ou 1833. Heer, *Urwelt*, p. 53, pl. II, fig. 2 et 3. 1865. Schimper, *Pal. vég.*, I, p. 534. 1869.

Alethopteris Meriani Göpp., *Syst. fil.*, p. 311. 1836. Unger, *Genera et spec. pl. foss.*, p. 151. 1850. Schenk, *Beiträge zur Keuperflora*, p. 39, pl. VIII, fig. 2. 1864.

Asterocarpus Meriani Heer, *Fl. foss. Helv.*, p. 68, pl. XXIV, fig. 4, 5, 6. 1873.

Cette fougère a été rapprochée d'abord, par Heer, des gleichéniées ; aujourd'hui, on la rapporte, avec raison, aux marattiacées⁽¹⁾. Elle a été rencontrée jusqu'à présent seulement dans le keuper, mais elle y a été signalée en divers endroits, d'abord en Suisse, en deux localités de la Moderhalde, d'où venait l'échantillon qui a servi à Brongniart, pour la description de l'espèce, et en une de la Neue-Welt⁽²⁾. En Allemagne, elle a été trouvée en deux localités des environs de Schweinfurt, en Franconie⁽³⁾, puis en Thuringe dans le grès de Naundorf, où elle paraît d'ailleurs être fort rare⁽⁴⁾. Si on lui réunit, comme l'admet, avec raison, Stur, dans *Jahrb. K. K. geol. Reichs-Anst.*, n° 10, 1888, le *Pecopteris angusta* Heer, que son auteur reconnaît lui-même en être très voisin et qui est commun à la Neue-Welt et à Hemmikon⁽⁵⁾, l'espèce aurait été trouvée aussi en Basse-Autriche, à Lunz⁽⁶⁾ et à Dossena près du lac de Côme⁽⁷⁾. Schenk, dans le mémoire où se trouve mentionnée cette localité, admet, d'après les figures données par l'auteur, l'identité du polymorphe *Asterocarpus Virginiensis* Font. de couches américaines attribuées d'a-

1. Voir notamment SCHIMPER, *Paleophytologie*, p. 89, dans *Handb. d. Pal.* de ZITTEL et ZEILLER, *Éléments de Paléobotanique*, p. 59.

2. HEER, *Flora fossilis Helvetiæ*, p. 68.

3. SCHENK, *Beiträge zur Flora des Keupers und der rhätischen Formation*. Bamberg, 1864, p. 89.

4. Dr G. COMPTER, « Die fossile Flora des untern Keupers von Ostthüringen », in *Zeitsch. f. Natur-Wissenschaften*, herausg. v. Dr G. Brandes, V Folge. 5 Band. Leipzig, 1894.

5. HEER, *op. cit.*, p. 69.

6. STUR, « Die obertriasische Flora d. Lunzer Schichten und d. bitum. Schief. von Raibl ». (*Sitzungsberichte d. K. K. Akademie der Wissensch.* Vienne, XCI, 1885, p. 97.)

7. SCHENK, « Bemerkungen über einige Pflanzenreste aus den triasischen und liasischen Bildungen der Umgebung des Comersees ». (Extr. des *Ber. d. Math. phys. Classe d. K. Sächs. Gesell. d. Wiss.* 1889, p. 10.)

bord au Rhétien, mais qui semblent bien devoir être rapportées au Trias entendu dans son sens le plus étroit. Cette identification semble légitime et l'auteur, qui a décrit l'espèce américaine, fait remarquer lui-même sa presque identité avec certaines figures données par Heer de son *Pecopteris angusta*⁽¹⁾; rapprochée de quelques autres faits analogues, elle présente, comme on le verra plus loin, un très réel intérêt.

De tout ce qui vient d'être dit, il résulte que l'espèce en question est une des plus caractéristiques de la flore du keuper, une de celles qui présentent la plus large extension; elle n'a point été rencontrée jusqu'à présent en Lorraine, ce qui ne veut pas dire qu'on ne l'y trouvera pas, d'autant plus que les plantes fossiles de l'horizon où on aurait chance de l'y rencontrer n'ont été malheureusement recueillies que d'une façon fort imparfaite, lors des travaux qui en auraient facilité la récolte. Elle a été, par contre, signalée dans le keuper du Jura à Grozon, d'abord par Marcou⁽²⁾, puis par le frère Ogérien⁽³⁾; elle l'a été également dans la Haute-Saône, à Fallon, par Pidancet⁽⁴⁾. Je n'ai pu retrouver les échantillons qui ont donné lieu à ces indications, bien que j'aie reçu l'assistance la plus bienveillante soit des géologues de Franche-Comté, soit, pour les échantillons de Marcou, en Suisse, et d'Ogérien, chez les Frères des écoles chrétiennes. La perte de ces échantillons est regrettable de tous points; nous ne savons même pas si, à Grozon, il y en a eu plusieurs ou seulement celui signalé par Marcou. Cette dernière supposition me semble la plus probable, d'après ce que dit Ogérien de l'espèce; la figure qu'il en donne ne prouve même pas qu'il l'ait vue; c'est visiblement une reproduction très médiocre de celle de Brongniart qui, lui-même, l'avait donnée d'après un échantillon de la Moderhalde figuré à nouveau par Heer⁽⁵⁾.

Il eût été intéressant de vérifier la détermination, puisque la présence de l'*A. Meriani* dans le keuper de la Franche-Comté

1. V. M. FONTAINE, *Contribution to the knowledge of the older mesozoic Flora of Virginia*. 1883. p. 44.

2. « Recherches géologiques dans le Jura salinois », p. 15. (*Mém. Soc. géol. de France*, 1846.)

3. *Histoire naturelle du Jura*. Géologie, I, p. 895-897.

4. « La géologie du Jura », p. 347. (*Bull. Soc. Agriculture, Sciences et Arts de Poligny*, IV, 1863.)

5. Fig. 4, pl. XXIV, *op. cit.*

n'est affirmée que par des géologues n'ayant pas fait d'études spéciales en phytopaléontologie ; elle me semble certaine cependant, parce que les relations de Marcou avec la Suisse et Zurich notamment me donnent à penser qu'elle est due à Heer.

D'après ce que je viens de dire, il semble que l'*A. Meriant* ait été rare sur l'emplacement de la Franche-Comté actuelle, mais il est bon de se rappeler que, jusqu'à présent, le keuper, dans les localités de ce pays qui ont été fouillées, s'est montré très pauvre en fossiles végétaux déterminables. Parfois, les restes de plantes, c'est le cas pour Grozon, y sont abondants, mais en fort mauvais état, non susceptibles, par suite, de détermination complète ; tout au plus est-il possible de constater la classe à laquelle ils appartiennent.

Keuper (Jura) : Grozon, *Marcou* ? (Haute-Saône), Fallon, *Pidancet*.

Cladophlebis Brongn.

Ce genre, fondé exclusivement sur des caractères de nervation, purement artificiel par suite, en ce qu'il peut contenir des fougères présentant des types de fructification fort différents, comprend, si l'on en sépare, comme l'a fait Saporta⁽¹⁾, les espèces primaires que Brongniart y comprenait, un certain nombre de fougères de l'époque secondaire, du type pécoptéroïde, mais passant incontestablement au type *Neuropteris* par suite de la faiblesse de la nervure médiane, ce qui fait que certaines d'entre elles ont été décrites sous ce nom générique ; mais elles se distinguent des espèces appartenant réellement à ce dernier groupe, non seulement par la nervure médiane des pinnules, plus ou moins distincte, mais par l'adhérence de celles-ci au rachis. Il semble qu'il convient de rattacher au genre *Cladophlebis* non seulement ces soi-disant *Neuropteris*, mais un certain nombre d'autres espèces décrites sous divers noms génériques. Ainsi le genre *Anopteris*, créé par Schimper pour une des fougères secondaires qu'on avait placées dans le genre *Neuropteris* ; ainsi encore le plus grand nombre, si ce n'est la totalité, des *Acrostichites* de Göppert, certaines des genres *Alethopteris*, *Pecopteris*, *Desmophlebis*, *Asplenites*, ou même *Pleris* et *Asplenium* L., car on a été

1. *Paléontologie française. Plantes jurassiques*, I, p. 300.

jusqu'à identifier certains échantillons de ce groupe de plantes fossiles à ces genres vivants.

Le genre, ainsi constitué, se distingue assez nettement par la nervure médiane des pinnules, faible, souvent peu distincte; par l'obliquité et la riche ramification des nervures secondaires, les pinnules largement adhérentes au rachis; il est impossible de nier cependant qu'il se relie par des intermédiaires à d'autres genres, surtout aux *Neuropteris*. Entendu, comme c'est le cas ici, au sens de Saporta, il a une distribution géologique assez nette, de la base des terrains secondaires au Jurassique moyen.

Comme c'est en général le cas pour les genres de fougères fossiles établis uniquement sur la nervation, celui-ci est évidemment artificiel; mais M. Zeiller⁽¹⁾ a trouvé chez des échantillons tonkinois de *Cl. Ræsserti* des sporanges qui se rapportent, sans hésitation possible, à ceux des *Todea* et par conséquent des osmondées, justifiant ainsi une vue émise par A. Brongniart au sujet des affinités du *Pecopteris dentata*, appartenant au même groupe. Schenk d'abord, sur des échantillons allemands de *Cl. Ræsserti*, une des plantes caractéristiques du Rhétien, et Heer, sur des échantillons sibériens du *Cl. Whitbyensis* Brongn. sp., ont cru voir des sores présentant la disposition de ceux des *Asplenium* et présentant un indusium semblable aussi à celui observé dans ce genre, ce qui les a portés à placer ces deux espèces dans le genre *Asplenites* Göpp. Si les observations de ces deux botanistes étaient à l'abri de toute contestation, comme le sont celles de M. Zeiller, il faudrait admettre que les *Cladophlebis* se rapporteraient à deux genres naturels au moins; mais il faut bien dire que les figures de Schenk⁽²⁾ sont fort peu nettes et que les quelques mots de texte de l'auteur, au sujet de ces fructifications, ne sont pas faits pour dissiper les doutes qu'elles laissent dans l'esprit du lecteur. On peut en dire autant des figures et du texte de Heer⁽³⁾; cet éminent paléontologiste fait observer, en effet, que les échantillons fructifiés de son *Asplenium Whitbyense* provenant de la région de l'Amour présentent la face supérieure de la fronde, en sorte que les fructifications sont vues seulement par suite de la bosse-

1. *Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin*, 1903, p. 39 et suiv.

2. *Die Fossile-Flora der Grenzschiechten*, p. 49, pl. VII, fig. 6-7-7^a et pl. X, fig. 1-4.

3. « Beitrage zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes », p. 37. (*Mém. Ac. Sc. de Saint-Petersbourg*, XXII, 1876.)

lure qu'elles produisent sur le limbe, ce qui rend leurs affinités bien douteuses ; si leur position le long des nervures exclut les *Pteris*, desquels on avait voulu rapprocher l'espèce, il faut bien reconnaître que l'unique objection, faite par Heer, au rapprochement avec les *Todea*, à savoir le fait que les fructifications ne couvraient pas la presque totalité de la face inférieure de la pinule, ne serait guère probante, puisque, dans tous les cas, la position des sores serait exactement la même chez le genre vivant et chez l'espèce fossile.

Il semble donc, jusqu'à nouvel ordre, que les *Cladophlebis*, dans leur ensemble, doivent se rattacher aux *Todea*, comme Brongniart l'avait supposé pour une espèce, comme M. Zeiller l'a démontré pour une autre.

Quoi qu'il en soit de cette question si intéressante, les *Cladophlebis*, entendus au sens de Saporta, et comme je viens de l'exposer, n'ont jamais, jusqu'à présent, été signalés, d'une façon explicite, sous ce nom générique, dans le Trias lorrain, et même d'une façon générale, dans ce terrain, sauf peut-être pour une espèce de Soultz-les-Bains, décrite d'abord par Brongniart comme un *Pecopteris* et que Saporta, sans entrer dans aucun détail à son sujet, cite sous le nom de *Cladophlebis Sulziana* Brongn. (1). Cette attribution me semble être de l'auteur et non de Brongniart, dans les ouvrages duquel je ne la trouve pas ; elle me paraît très justifiée ; mais la fougère en question n'a point, jusqu'à présent, été trouvée dans ma circonscription florale ; tandis que d'autres espèces qu'on y a rencontrées et en général signalées doivent, à mon sens, y prendre place ; c'est d'elles qu'il va être successivement question.

14. *Cladophlebis Gaillardoti* Brongn. sp. Pl. VIII, fig. 1, 1^a, 2.

Neuropteris Gaillardoti Br., *Hist. des végét. foss.*, p. 245, pl. LXXIV, fig. 3 texte (2), livraison 5. 1830. Planche, livraison 6. 1831 ou 1832.

Neuropteris distans Presl, in STERNBERG, *Flora der Vorwelt*, II, p. 156, pl. XI, fig. 4. 1838.

1. *Paléontologie française*, 2^e série : *Végétaux. Plantes jurassiques*, I, p. 300.

2. Pour les dates des diverses parties de l'ouvrage de Brongniart et de celui de Sternberg, qui ont ici beaucoup d'importance, on va le voir, j'ai utilisé les renseignements si précis fournis par M. R. Zeiller, dans les bibliographies de sa *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes* et sa *Flore des gîtes charbonneux du Tonkin*.

Neuropteris remota Presl, in STERNBERG, *Flora der Vorwelt*, II, p. 220. 1838⁽¹⁾.

Neuropteris Perrini A. Mougl., *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., IV, 2, p. 1430. 1847.

Neuropteris Schönleiniana Schenk., *Flora des Keupers und des rhätischen Form.*, p. 74. 1864.

Neuropteris Rutimeyeri Heer, *Urw. d. Schw.*, p. 33, pl. II, fig. 6. 1865.

Pecopteris triasica Heer, *Urw. d. Schw.*, p. 54, pl. II, fig. 7. 1865.

Neuropteris Gaillardoti Brongn. sub gen. *Nevropteridium* (?) Schimper, *Traité de pal. vég.*, I, p. 449, 1869.

Anopteris distans Schimper, *Traité de pal. vég.*, I, p. 471. 1869.

Pecopteris Rutimeyeri Heer, *Fl. foss. Helv.*, p. 70, pl. XXV, fig. 10-12. 1877.

La réunion à l'espèce primitivement désignée par Presl, sous le nom de *Neuropteris distans* ou mieux *N. remota*, de la plupart des formes qui viennent d'être énumérées, a déjà été soutenue; j'aurai seulement à dire, pour elles, les raisons qui me font adhérer à cette réunion; à dire aussi, en ce qui concerne le *N. Perrini*, généralement négligé, pourquoi il me semble faire partie de la même espèce; mais le *N. Gaillardoti* de Brongniart a généralement été admis, sans conteste, comme une espèce distincte; je dois, en conséquence, commencer par établir pourquoi il me semble, lui aussi, rentrer dans le même type spécifique; ceci admis, en vertu de la loi de priorité, c'est le nom qui doit se substituer à tous les autres.

Ce qui a, je crois, conduit tous les paléontologistes à maintenir l'espèce de Brongniart, sans même la discuter, c'est le fait qu'il la signalait d'après un seul échantillon, que personne autre n'avait vu, trouvé aux environs de Lunéville, dans le muschelkalk, où elle figurait à titre très isolé; mais il s'agissait, en réalité, en tant que position géologique de cet unique échantillon, de la partie tout à fait supérieure du Trias moyen, de la lettenkohle qui, depuis Brongniart, a fourni aux environs de Lunéville bien d'autres fossiles végétaux, montrant là comme ailleurs la grande affinité de sa flore avec celle du keuper. Quand il me fut donné

1. A cette page de l'ouvrage de Sternberg, c'est dans l'erratum que le nom de *remota* est substitué à celui de *distans* de la page 156, ce même nom de *distans* ayant été déjà donné à la page 77 à une espèce douteuse de *Neuropteris* du houiller; ce n'est donc même pas, en ce qui concerne la plante triasique, un véritable synonyme, bien qu'il ait été pris, par tous les auteurs qui ont suivi, comme le nom admis par Presl.

2. Élevé au rang de genre par SCHIMPER (*Phytopaleontologie*, p. 117, 118. 1879); mais ce paléontologiste paraît ne plus y comprendre le *N. Gaillardoti*, car il le donne comme appartenant exclusivement au grès bigarré.

d'examiner, dans la collection Mougeot, l'échantillon de *N. Perini* A. Moug. et un autre échantillon donné comme appartenant au *N. Gaillardoti*, je fus frappé de leur grande ressemblance et j'eus la même impression en me reportant à la figure du *N. Gaillardoti* donnée par Brongniart et celles fournies par différents auteurs du *N. distans* de Presl ; j'eus alors recours aux collections du Muséum pour l'échantillon-type de Brongniart. Là, une surprise m'attendait ; ce n'était pas un échantillon unique devant lequel je me trouvais, mais bien trois ; un d'eux provenait des environs de Lunéville ; le catalogue porte qu'il provient du calcaire conchylien ; il paraît avoir passé par la collection Mougeot, car l'étiquette portant le nom, collée sur lui, est de la main de J.-B. Mougeot ; quant aux deux autres, voici les mentions qu'on trouve au catalogue :

392. *N. Gaillardoti*. Marnes irisées. Buchbron, près de Wurzburg. Schœnlein, 1832. Br.

N. Gaillardoti. Keuper, Aschaffenburg. Zuccarini. 1836.

Or, de ces trois échantillons, ce n'est pas celui de Lunéville qui est figuré dans l'ouvrage de Brongniart, mais bien le premier des échantillons allemands, celui qui avait été envoyé par Schœnlein en 1832 ; il n'y a pas de doute à avoir à ce sujet ; la figure a été un peu arrangée, plusieurs pinnules du côté droit par rapport au spectateur ont été complétées ; la figure est très légèrement réduite, mais, à cela près, il y a identité complète pour les dimensions, la forme générale, la façon dont la fronde est fracturée au sommet, la fracture très caractéristique de la base également, enfin surtout, sur la portion de fronde grossie (fig. 2 A), la forme des pinnules et la nervation sont identiques. Dans tous les cas, l'échantillon de Lunéville et la figure ne se ressemblent en rien. J'ajoute qu'il n'y a certainement pas, au catalogue, erreur sur la provenance de l'échantillon figuré, car la roche est différente de celle de l'échantillon de Lunéville et de ceux que j'ai vus de même provenance : elle est plus jaune. Au premier abord, je ne savais comment concilier ce que je venais de voir avec le texte de Brongniart portant que la description avait été faite sur un seul échantillon, mais, en se reportant aux dates de publication des diverses parties de l'*Histoire des plantes fossiles*, on voit que le texte concernant le *N. Gaillardoti* est de 1830, tandis que la

planche était de 1831 ou 1832, d'après ce qu'on savait jusqu'à présent. Il me semble dès lors que tout s'explique ; au moment où il rédigeait le texte de son ouvrage, Brongniart n'avait, en effet, que l'échantillon de Lunéville ; mais, en 1832, il recevait d'Allemagne un échantillon de fougère du keuper dans lequel il reconnaissait son espèce ; pourquoi l'a-t-il fait figurer au lieu de l'échantillon de Lunéville ? peut-être parce qu'il l'a trouvé meilleur, peut-être parce qu'il n'avait plus ce dernier sous la main, au moment de la confection de la planche (*).

Dans tous les cas, ce qui résulte de tout ce qui vient d'être dit, c'est que, pour Brongniart, il y avait identité entre la plante de la lettenkohle de Lunéville et celle qu'il avait reçue des environs de Wurzburg, c'est-à-dire entre son *N. Gaillardoti* et le futur *N. distans* de Presl, dont les environs de Wurzburg sont la localité classique. On voit que, en agissant ainsi, le grand paléontologue français avait d'avance infirmé l'espèce qui devait être créée plus tard par son confrère allemand, avec toute raison, je le crois, car on ne voit réellement aucune raison de séparer spécifiquement la plante de la lettenkohle de Lunéville de celle du keuper allemand. Par contre, les rapprochements qu'on a faits en général de la plante décrite par Brongniart avec les *Neuropteridium* du grès bigarré sont certainement inexacts ; le fait qu'ils seraient les uns et les autres simplement pennés, qui semble seulement possible à Brongniart et qui a été depuis affirmé, ne repose sur rien quand on ne possède pas la base bien authentique de la fronde, comme cela s'est rencontré pour quelques échantillons des *Neuropteridium* en question ; ce n'est pas le cas de l'échantillon de Lunéville ; au contraire, depuis l'époque où Brongniart publiait son *Histoire des végétaux fossiles*, A. Mougeot décrivait sommairement une fougère du même gisement que le *N. Gaillardoti* et il ne l'en distinguait réellement que par le fait qu'elle était bipennée ; en réalité, les deux plantes n'en formaient qu'une seule, identique en France et en Allemagne, celle à laquelle Presl avait donné le nom de *N. distans*, dans l'ignorance où il était forcément de l'identification faite par Brongniart, et sous le coup très certainement d'une conception théorique qui lui

1. Il est possible qu'il l'ait renvoyé à Mougeot après l'avoir étudié et en avoir pris un croquis ; ce qui expliquerait ce fait singulier que l'étiquette portant le nom d'espèce sur cet échantillon est de la main de J.-B. Mougeot et non de celle de Brongniart.

avait enlevé toute idée qu'une plante du calcaire conchylien pût se retrouver dans le keuper⁽¹⁾. Le *N. Gaillardoti* a été donné par Schimper comme probablement identique au *N. intermedia* Sch. et A. Moug. du grès bigarré; Schenk l'a rapproché au contraire du *N. elegans* d'un même terrain. En réalité, il s'éloigne beaucoup de ces *Neuropteridium* du grès bigarré; Brongniart l'avait déjà fait remarquer, avec toute raison.

Le nom imposé par Brongniart ayant, soit par le texte, soit par la planche de cet auteur, une antériorité marquée sur le nom donné par Presl, doit être substitué à ce dernier. Voyons maintenant pour quels motifs il y a lieu de considérer comme des synonymes tous les noms énumérés plus haut.

Cette synonymie est admise par tout le monde pour les nos 2 et 9; il n'en est pas de même pour les autres, considérés par leurs auteurs comme désignant des espèces différentes. En les réunissant sous le même vocable spécifique, en qualité de simples synonymes, je suis l'opinion de Schenk⁽²⁾ qui, abandonnant lui-même son *N. Schænleiniana*, a réuni, avec lui, à l'espèce de Presl, pour des motifs que je discute un peu plus loin, le *N. Ruttimayeri* Heer, devenu plus tard pour son auteur un *Pecopteris* sous le même vocable spécifique; quant au *P. triasica* Heer, c'est Schimper qui l'a réuni à l'espèce de Presl, avec toute raison, semble-t-il, autant qu'on peut se prononcer sur des échantillons présentant une nervation aussi imparfaitement conservée; ceci répond à la contradiction opposée à Schimper par Heer⁽³⁾; mais la forme et les dimensions des différentes parties des deux pennes figurées s'appliquent parfaitement au *N. distans*.

Reste le *Neuropteris Perrini* A. Moug., d'autant plus intéressant qu'il a été recueilli dans le Trias lorrain; il a été signalé, il y a cinquante-huit ans, par A. Mougeot⁽⁴⁾ qui le considérait

1. Presl s'est d'ailleurs borné, comme on le faisait si souvent au temps où il écrivait, à donner de son espèce une courte diagnose latine sans aucune discussion sur les affinités qu'elle pouvait présenter avec des espèces déjà décrites; à la diagnose il ajoute seulement quelques lignes sur les dimensions et l'état de conservation de l'échantillon qui a servi à son étude; il fait observer notamment qu'en dehors de la nervure médiane des pinnules, on ne voit rien de la nervation, ce que sa figure justifie amplement.

2. *Abbildungen von fossilen Pflanzen aus dem Keuper Frankens*, von Dr L. Schönléin. Wiesbaden, 1865, p. 13.

3. *Flora foss. Helv.*, p. 69.

4. « Note sur quelques fossiles rares ou déterminés d'une façon incertaine de la formation du Trias de la chaîne des Vosges », présentée à la réunion extraordinaire de la Société géologique, 10-23 septembre 1847. (*Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., IV, p. 1430.)

comme une espèce nouvelle, dans le muschelkalk de Sainte-Anne près de Lunéville. Il est assez singulier que cette plante, décrite par le collaborateur de Schimper pour la *Flore du grès bigarré*, ait été négligée par celui-ci dans ses deux *Traité de paléontologie végétale*, notamment dans le premier, où il s'est efforcé de donner une énumération complète, non seulement des espèces et de leurs synonymes, mais des localités connues pour chacune d'elles jusqu'au jour de la publication de l'ouvrage. Il en a été de même pour tous les autres paléobotanistes ou géologues, sauf M. Blankenhorn, qui le cite, sans aucun détail, dans son tableau de la flore du muschelkalk⁽¹⁾. Cette omission peut s'expliquer, dans une certaine mesure, par le fait que la description très sommaire de l'espèce n'est accompagnée d'aucune figure et qu'elle se trouve comprise dans une note qui, non seulement, n'était pas exclusivement consacrée à des végétaux fossiles, mais où cette fougère figure seule à côté de détails relatifs à un assez grand nombre de fossiles animaux.

Quoi qu'il en soit, par suite d'une bienveillante communication d'A. Mougeot, j'ai pu, depuis longtemps, étudier l'échantillon-type sur lequel il avait décrit l'espèce considérée par lui comme nouvelle. C'est celui qui est représenté planche VIII, figures 1, 1^a. Depuis, j'en ai trouvé un second échantillon dans la collection Mougeot, mais il ne présente qu'un petit fragment de la plante. Les collections du Muséum en renferment aussi un échantillon portant le n° 5632. C'est un fragment de fronde bipennée, paraissant appartenir à la région médiane de l'organe ; les pinnules, pas très grandes, présentent seulement des traces de nervation ; une étiquette de la main de Brongniart porte :

Nevropteris Gaillardoti a Br.

Nevropteris Perrini Moug.

Muschelkalk, Lunéville. (Coll. Perrin, n° 5632.)

Cet échantillon présente un intérêt particulier ; il démontre en effet que pour Brongniart il y avait identité entre cette fronde bipennée et le *N. Gaillardoti*, ce qui effaçait le seul caractère apparent entre cette espèce et le *N. distans* de Presl, avec lequel la plante d'A. Mougeot était d'ailleurs identique ; il suffit, pour

1. *Die fossile Flora des Buntsandsteins*, etc. 1886, p. 150.

s'en rendre compte, de la comparer aux figures du *N. distans*, tout spécialement à celles de Schœnlein.

Nous avons donc à voir pourquoi, à mon sens, il y a lieu d'adopter l'avis de l'éminent paléontologiste allemand au sujet de la réunion au *N. distans* Presl, par suite au *N. Gaillardoti* Brongn., de toutes les formes énumérées ci-dessus ; pourquoi, les choses étant ainsi, l'espèce doit être placée dans le genre *Cladophlebis* ; je donnerai ensuite quelques détails descriptifs sur les échantillons lorrains que j'ai eus entre les mains.

L'opinion de Schenk mériterait d'être prise en considération, rien qu'à raison de l'esprit éminemment critique de ce botaniste et par ce fait qu'il a eu sous les yeux des échantillons des diverses localités allemandes et suisses où l'on avait recueilli jusqu'alors le *N. distans* et les formes qu'on avait cru devoir en séparer spécifiquement, à commencer par le *N. Schœnleiniana* de Schenk lui-même ; mais, en outre, les raisons qu'il apporte à l'appui de son opinion sont très fortes. Il est certain que chez toutes ces fougères fossiles, la disposition des pennes et des pinnules est la même, les dimensions des rachis principaux ou secondaires fort analogues, la nervation identique ; les seules différences consistent dans l'écartement des pinnules, les dimensions et la forme de celles-ci ; or, comme le fait très justement remarquer Schenk, ces caractères ont souvent bien peu de valeur chez les Fougères vivantes ; à s'en tenir aux *Todea*, qui ne sont pas des plus variables et auxquels les *Cladophlebis* paraissent se rattacher si étroitement, j'ai pu constater le fait dans l'herbier du Muséum, où ils sont largement représentés. Ainsi, sur des échantillons de *Todea africana* d'Australie, j'ai constaté des pinnules écartées au maximum de 9 millimètres, mais d'autres qui le sont beaucoup moins ; de nombreux échantillons africains présentent un écartement moindre encore et arrivent même à montrer des pinnules se recouvrant les unes les autres sur la plus grande partie de leur longueur, quoique, en général, il y ait à la base un étranglement qui peut amener, en cet endroit, entre deux pinnules, un écartement maximum d'un millimètre. Quant aux dimensions, elles ne sont pas moins variables : 8 millimètres de longueur sur 5 millimètres de largeur au minimum, contre 50 millimètres de longueur et 6^{mm},5 de largeur au maximum. De même, il y a une grande variabilité de formes des pinnules, non seulement celle qui résulte forcément

des différences de dimensions, mais d'autres qui en sont indépendantes; la pinnule peut, en effet, être plus ou moins régulièrement elliptique ou légèrement falciforme; elle peut être soit aiguë, soit arrondie vers l'extrémité.

L'attribution aux *Cladophlebis* du *N. Gaillardoti* et des espèces qui s'y trouvent ainsi rattachées ressort de l'examen des échantillons et de toutes les figures qui en ont été données, lorsque la nervation en est bien conservée. Sur les échantillons de Sainte-Anne, où elle l'est souvent d'une façon parfaite, on constate très bien celle qui est caractéristique du genre: une nervure médiane peu accusée, surtout vers l'extrémité, de nombreuses nervures latérales dont quelques-unes partent même de la base des pinnules, sans se rattacher à la médiane, s'infléchissant en se ramifiant abondamment par bifurcation.

L'espèce n'ayant, d'après tout ce qui vient d'être dit, été figurée que d'après des échantillons allemands ou suisses et présentant d'ailleurs d'assez nombreuses variations, il m'a semblé intéressant de donner des figures de deux beaux échantillons de la collection Mougeot, l'un qui est celui sur lequel A. Mougeot a établi son *N. Perrini* (pl. VIII, fig. 1, 1^a), l'autre qui était étiqueté *N. Gaillardoti* (pl. VIII, fig. 2). Il me semble utile également de donner quelques détails descriptifs sur eux.

Le premier présente une fronde qui n'est malheureusement pas complète; elle ne donne notamment ni la base ni le sommet de l'organe, en sorte que non seulement il n'est pas possible de connaître ses dimensions, mais que nous ne savons quels caractères présentent les deux extrémités: c'est d'ailleurs le cas pour tous les échantillons de l'espèce que j'ai pu voir en nature ou dont j'ai eu l'occasion d'examiner des figures. Même dans son état imparfait, cet échantillon permet, au point de vue de la forme et de la taille de l'organe, quelques constatations importantes; ainsi d'abord il est très nettement bipenné; de plus, il était de taille au moins moyenne, puisqu'il s'est conservé sur une longueur de 145 millimètres sans que nous ayons ni la base ni le sommet, chacune des extrémités actuelles paraissant même assez éloignée de ceux-ci. Ce qui reste des pennes atteint une longueur de 45 millimètres, mais, si nous en avons la base, nous pouvons faire pour l'extrémité l'observation qui a trait au sommet de la fronde entière. Le rachis a 6 millimètres de largeur; il semble avoir pré-

senté une rainure à la face supérieure, marquée par une saillie longitudinale sur l'empreinte ; le rachis des plumes a une largeur de 1 millimètre et demi ; ces plumes sont alternes sur le rachis, avec lequel elles forment un angle d'environ 65°.

Les pinnules, qui sont à des états de conservation très divers, parfois parfaits, sont plus ou moins arrondies ou légèrement falciformes, courtes : elles ne paraissent pas dépasser 8 millimètres de longueur ; leur largeur maximum paraît être 6 millimètres à 6 millimètres et demi, sans qu'on puisse être très précis à cet égard, parce qu'elles sont très serrées les unes contre les autres, se recouvrant par un de leurs bords ; elles étaient évidemment de consistance ferme ; elles sont parfois nettement bombées, mais, comme le plus grand nombre est aplati, il s'agit évidemment d'un fait accidentel dû, sans doute, à la dessiccation avant fossilisation ; elles sont opposées ou mieux subopposées, même alternes, insérées un peu obliquement sur le rachis ; la base est très large et les bords paraissent avoir été entiers, comme sur les autres échantillons figurés jusqu'ici.

La belle empreinte contenue dans la collection Mougeot sous le nom de *N. Gaillardoti* est celle d'un grand fragment de plume long de 89 millimètres. Peut-être a-t-on la base de l'organe, car la première pinnule, du côté droit par rapport à l'observateur, paraît n'en pas avoir eu d'autre au-dessous d'elle ; l'extrémité supérieure au contraire a été certainement brisée à une notable distance au-dessous du sommet ; les pinnules de la moitié inférieure sont plus orbiculaires que celles de la seconde moitié de l'empreinte, ces dernières sont aussi légèrement falciformes ; toutes sont très rapprochées, s'imbriquant même plus ou moins, se rapprochant tout à fait sous ce rapport de la belle plume représentée par Schoenlein (pl. IX, fig. 1). La largeur du rachis est la même que celle des rachis des plumes de l'échantillon précédent.

La collection Mougeot renferme un troisième échantillon attribué aussi par A. Mougeot à son *N. Perrini*, avec raison, semble-t-il ; il offre quelque intérêt, parce que c'est visiblement un fragment d'extrémité supérieure de plume, montrant que les dernières pinnules étaient un peu dissemblables du type qui vient d'être décrit : plus allongées par rapport à leur largeur, moins régulières ; la terminale dont il ne reste que la base avait une nervation assez sphénoptéroïde, comme il arrive maintes fois pour les

extrémités de pennes ou de frondes; seule, la figure 2, pl. XXXIII de Schimper, un peu schématisée d'ailleurs, donne une extrémité de penne, mais sans nervation conservée.

En dehors des échantillons de la collection Mougeot, j'en ai étudié quelques autres provenant également de Lorraine. Les collections du Muséum, comme je l'ai dit plus haut, en renferment deux des environs de Lunéville; l'un est un fragment de penne de 9 millimètres de longueur, à nervation en général bien conservée; c'est celui qui, le premier étudié par Brongniart, a servi au texte de son ouvrage; l'autre est le fragment de fronde étiqueté d'abord *N. Perrini* et identifié au *N. Gaillardoti*; la nervation en est très mal conservée.

Bleicher a trouvé, près de la gare de Blainville, entre Nancy et Lunéville, deux fragments de pennes de cette espèce, l'un de 63, l'autre de 40 millimètres de longueur; la nervation en est très bien conservée. Enfin, les collections de la faculté des sciences en renferment un très petit fragment (17 millimètres de longueur) à nervation bien conservée; il provient de Chauffontaine et a été donné par M. Beaugé.

Partie supérieure du Trias moyen, Meurthe-et-Moselle : Sainte-Anne et Chauffontaine, aux environs de Lunéville (*Gaillardot, Perrin, Beaugé*). [Coll. Mougeot, Muséum, faculté des sciences de Nancy.] Gare de Blainville (*Bleicher*). [Coll. Faculté des sciences de Nancy.] A. C.

15. *Cl. rhombifolia* Font. sp. var. *rarinervis* Font. 1883.

Acrostichides rhombifolius var. *rarinervis* Font. *Contr. to the kn. of the old mesoz. Fl. of Virginia*, p. 32, pl. XXII, fig. 3. 1883.

Cette espèce a été décrite, pour la première fois, par M. Fontaine⁽¹⁾, d'après des échantillons trouvés dans des couches secondaires, admises par lui comme rhétiennes, mais qui paraissent être en réalité triasiques. M. Zeiller lui a rapporté, avec toute raison, un échantillon qui lui avait été communiqué par M. Pellat et qui provenait du grès bigarré de la Haute-Saône, entre Luxeuil et Lure, dans notre circonscription florale par conséquent.

Il l'a décrit et figuré⁽²⁾, faisant observer que la seule différence entre la plante française et l'échantillon américain figuré par

1. *U. S. geol. Surv. Monographs*. Vol. VI. 1883.

2. « Sur la présence dans le grès bigarré des Vosges de l'*Acrostichides rhombifolius* Font. » (*Bull. Soc. géol.*, 3^e série, t. XVI, p. 693. Séance du 13 juin 1888.)

M. Fontaine consistait en une diminution de taille insignifiante, la première étant un peu plus petite que la seconde. Il a fait ressortir, en outre, la grande analogie de cette espèce et des autres *Acrostichides* décrits dans le travail de M. Fontaine avec les *Neuropteris Schænleiniana* Schenk et *N. Rutimyeri* Heer. Cette observation, qui est d'accord avec diverses remarques faites déjà par M. Fontaine, justifie d'avance la réunion de toutes ces formes au genre *Cladophlebis* opérée ici.

M. Zeiller, dans la même note, discute l'âge des couches où la plante a été trouvée en Amérique et il se montre disposé à admettre l'opinion de Heer, qui y voyait non du Rhétien, mais du Trias supérieur, ce qui me semble aussi l'attribution la plus légitime. En l'admettant, l'espèce aurait été trouvée en Amérique à un niveau un peu supérieur, puisque la partie la plus élevée du grès bigarré dans les Vosges appartient au plus au Trias moyen, mais, comme nous le verrons pour l'*Anomopteris Mougeoti*, qui du Trias inférieur arrive presque dans le Trias supérieur, et comme d'autres exemples nous le prouveront, les espèces sont loin d'être confinées dans un seul étage de ce terrain.

Grès bigarré, Haute-Saône : Saint-Germain (*Despierres*). [Coll. Pellat.]

16. *Cl. linnææfolia* Bunb. sp. Pl. VII, fig. 1.

Neuropteris linnææfolia Bunbury, *Description of fossile Plants from the coal field New-Richmond. Quat. journ. Geolog. Soc.*, p. 251, pl. X. 1840.

Cyclopteris linnææfolia Heer. *Am. journ. Sc.*, 2^e série, vol. XXIV, p. 429. Dans un compte rendu signé C. D. d'Emmons, *Report of the Midland counties of the N. Carolina*.

Acrostichides linnææfolius Font., *op. cit.*, p. 25, pl. VI, VII, VIII, IX. 1883.

Les collections de la faculté des sciences de Nancy renferment un échantillon provenant du grès bigarré, cela ne fait aucun doute, à raison de la nature de la roche qui porte l'empreinte d'un grand fragment de fougère bipennée à nervation bien conservée. L'étiquette qui l'accompagne et qui est ancienne l'attribue au *Neuropteris intermedia* Sch., ce qui est une détermination fautive à première vue, ne fût-ce qu'à raison de la fronde bipennée ; elle donne comme unique indication de provenance la roche dans laquelle a été trouvé l'échantillon, ainsi que cela se faisait trop souvent autrefois. Un fait cependant est certain, c'est qu'il a été recueilli au pied des Vosges ; il me semble en outre qu'on peut affirmer qu'il ne vient pas du versant alsacien de ces montagnes.

Non seulement il n'a pas le grain de la roche de Soultz-les-Bains, qui a fourni tant de beaux échantillons au musée de Strasbourg et à plusieurs autres collections, et dans lequel se trouvent toutes les plantes du Trias alsacien, mais c'est surtout à Strasbourg et dans quelques collections de la province que se sont concentrés les échantillons trouvés en Alsace. Le musée de Nancy, beaucoup moins important alors, n'a reçu que des doubles et en très petit nombre. Depuis, il s'est enrichi exclusivement de ce qui lui a été donné, en fait de fossiles triasiques, par des naturalistes ou des collectionneurs lorrains; peut-être l'échantillon qui nous occupe vient-il, comme celui dont il va être question plus loin, de la collection Guibal: rien ne permet cependant de l'affirmer. Ces naturalistes et ces collectionneurs travaillaient exclusivement dans la Meurthe et les Vosges, ce qui exclut aussi la Haute-Saône, dont les provenances, en fait de fossiles triasiques, étaient encore plus rares dans l'ancien musée de Nancy que celles d'Alsace.

Cette question d'origine élucidée, dans la seule mesure où elle peut l'être, la détermination primitive étant évidemment fausse, il y a lieu de rechercher ce qu'est cette fougère. M. Zeiller, ayant eu l'occasion de soumettre cet échantillon à un examen sommaire, y a reconnu immédiatement un des *Acrostichides* de M. Fontaine ou une espèce très voisine. Il lui a semblé, mais avec doute, que le rapprochement à faire était avec l'*A. rhombifolius*; une étude approfondie de l'échantillon m'a amené à cette conclusion qu'il s'agissait plutôt de la fougère décrite d'abord par Bunbury comme un *Neuropteris* et placée ensuite par M. Fontaine dans les *Acrostichides*. La forme des pinnules n'est pas franchement rhomboïdale, ce qui, le nom de l'espèce l'indique, est le caractère fondamental de l'*A. rhombifolius*; les dimensions surtout en longueur de ces pinnules sont aussi plus grandes que chez cette dernière espèce, enfin le rachis des pennes est très sensiblement plus fort chez le fossile vosgien que chez l'*A. rhombifolius*; l'écartement de ces pennes l'est également, puisqu'il s'élève à 16 millimètres, tandis que d'après les figures de l'*A. rhombifolius*, qu'elles représentent l'échantillon européen ou ceux d'Amérique, elles ne dépassent pas 6 ou 7 millimètres. Le rachis principal est également beaucoup plus fort, 5 à 6 millimètres sur notre échantillon et sur ceux de l'*A. linnæifolius* d'Amérique, tandis qu'il ne dépasse pas 2 millimètres chez l'*A. rhombifolius*.

La seule raison qui pourrait faire douter de l'identification de l'échantillon de Nancy avec l'*A. linnææfolius*, c'est que, très visiblement, les pinnules chez le premier chevauchent souvent plus ou moins les unes sur les autres ; mais c'est un caractère d'assez mince valeur, je l'ai montré précédemment, qui, surtout lorsqu'il n'est pas plus prononcé, peut tenir au mode de fossilisation. D'ailleurs, M. Fontaine, à la page 26 de son travail, dit à propos d'un échantillon d'*A. linnææfolius* : « The pinnules are often crowded and sometimes somewhat imbricated », ce qui corrobore l'observation que je viens de faire.

Au reste, il faut bien le reconnaître, et M. Fontaine en fait lui-même la remarque pour ses *A. rhombifolius* et *A. microphyllus*, tous ces *Acrostichides* découverts d'abord dans les couches mésozoïques de Virginie sont singulièrement voisins les uns des autres et, si on leur appliquait les principes formulés par Schenk, à propos de toutes les formes réunies plus haut sous le nom de *Cladophlebis distans*, il y aurait très probablement lieu de n'en faire non plus qu'une seule espèce. Si je ne fais pas ici cette réunion, c'est que je n'ai pu étudier des échantillons en nombre suffisant et surtout de provenances diverses, ce qui est la condition indispensable pour pouvoir se prononcer d'une façon formelle et éviter des réunions mal fondées, plus fâcheuses encore que des séparations non justifiées, alors surtout qu'on sait qu'il s'agit d'espèces extrêmement affines.

Les mêmes raisons qui m'ont porté à placer l'*A. rhombifolius* dans les *Cladophlebis* militent en faveur de la même attribution pour celui-ci ; un simple coup d'œil sur la figure, qui, sur plusieurs pennes, présente bien la nervation des pinnules suffit, je pense, pour en prouver la légitimité. M. Fontaine⁽¹⁾, tout en conservant dans son ouvrage le genre *Acrostichides*, exprime déjà une opinion semblable.

Faculté des sciences de Nancy. Localité inconnue, mais du pied des Vosges, très probablement en Lorraine. R.

17. *Cl. densifolia* Font. sp. var. *stricta*. Pl. IX, fig. 1.

Acrostichides densifolius Font., *Contr. to the kn. of the older mesoz. Fl. of Virginia*, p. 34, pl. X, fig. 1. 1883.

1. *Op. cit.*, p. 27-28.

Les collections de la faculté des sciences de Nancy renferment un autre échantillon appartenant au même genre, provenant aussi très certainement du grès bigarré, qui figure sur l'étiquette, et sans indication de localité ; mais il provient certainement de la collection Guibal et tout ce que j'ai dit pour montrer que le précédent échantillon avait une origine lorraine s'applique plus sûrement encore à celui-ci. Il me semble même très probable qu'il a été recueilli à Domptail (Vosges), car Guibal cite l'espèce sous le nom de *Sphenopteris palmetta* dans le mémoire cité plus haut⁽¹⁾ et il dit que la plupart des fossiles de la liste qui y est fournie proviennent de Domptail.

L'étiquette, de la main de Guibal, montre qu'il avait éprouvé quelque difficulté dans la détermination de ce fossile, car elle porte en tête *Neuropteris palmetta* Moug., puis *Sphenopteris palmetta* Brong. et enfin « peut-être *Neuropteris Voltzii* ». Les deux premiers noms synonymes se réfèrent au *Neuropteris intermedia* Sch. et Moug. aujourd'hui placé, comme le *N. Voltzii*, dans le genre *Neuropteridium*. Un simple coup d'œil jeté sur l'échantillon montre que cette attribution, même générique, est erronée.. Aussi M. Zeiller, qui a eu ce fossile en mains, dans les mêmes conditions que le précédent, après avoir reconnu l'erreur, l'a-t-il attribué aux *Acrostichides*, en faisant observer que ses plus grandes affinités étaient du côté de l'*A. densifolia* Font. ; une étude approfondie m'a montré la justesse de ces vues.

L'échantillon porte, sur chacune de ses faces, des fragments à peu près d'égale étendue de frondes de la même fougère ; mais l'un d'eux, celui qui est figuré planche IX, figure 1, est beaucoup meilleur que l'autre, sur lequel la nervation est le plus souvent plus ou moins indistincte ; d'autres fragments doivent se trouver à l'intérieur de l'échantillon qui a 27 millimètres d'épaisseur maximum, car on voit, en lames minces, à son extérieur, de l'oxyde de fer hydraté exactement semblable à celui qui remplace la matière organique chez les empreintes dont il vient d'être question. La fronde appartient au groupe d'*Acrostichides* dont je viens de parler en détail, mais elle diffère sensiblement de l'espèce précédente par son rachis principal sensiblement moins fort (3 millimètres de largeur au maximum), par ses pennes

1. *Mémoire sur les terrains, etc.*, p. 86.

plus rapprochées et surtout par ses pinnules plus rapprochées, se recouvrant très régulièrement par un de leurs bords ; tous ces caractères sont ceux de l'*A. densifolius* Font. Au premier abord, et si on s'en tient seulement à la portion de fronde figurée, il semble que la plante vosgienne ait les pennes encore plus rapprochées ; mais, en examinant les figures de l'auteur américain, on voit, ce qui est naturel, qu'il en est ainsi vers l'extrémité des frondes, et de plus la portion de fronde du revers de l'échantillon présente un écartement plus grand tout à fait semblable à celui du type. Une différence plus sensible consiste dans la rigidité plus grande des pinnules et, dans une certaine mesure, de leur nervation. C'est pour cela que j'en ai fait une variété *stricta*, mais en faisant observer que la différence est, en définitive, fort légère et que si on avait des échantillons plus nombreux et par suite plus variés, peut-être n'y aurait-il pas même lieu de conserver cette variété. L'espèce elle-même, comme l'a fait observer son auteur, est singulièrement voisine de l'*A. linnææfolius* ; j'ai déjà exposé plus haut ma manière de voir au sujet de toutes ces formes.

Dans tous les cas, pour les raisons précédemment données, celle-ci, comme la précédente, doit être placée dans le genre *Cladophlebis*. Elle montre, une fois de plus, l'importance de ce type dès le début des temps secondaires et la vaste extension qu'ont eue, à cette époque, à la surface du globe, certaines formes lui appartenant.

Faculté des sciences de Nancy, très probablement recueillie à Domptail (Vosges) [Guibal]. R.

18. *Cladophlebis* sp. Pl. VI, fig. 2.

Un fragment de penne d'un *Cladophlebis* à petites folioles, voisin des précédents, se trouve sur un échantillon recueilli par Lebrun à Chauffontaine, mais il est trop petit et de conservation trop imparfaite pour prêter à une détermination certaine ; il semble toutefois que c'est une forme bien distincte des précédentes et probablement nouvelle, sous les réserves déjà faites plus haut à propos de ce genre à espèces si polymorphes ; par la petitesse de ses pinnules, il se rapproche de l'*Acrostichides microphyllus* Font. et même des plus petits échantillons de l'*A. rhombifolius* qui en est si voisin ; par la forme des pinnules nullement rhom-

boïdale, régulière, plus ou moins arrondie vers l'extrémité, il rappellerait plutôt l'*A. Gœppertianus* du Rhétien de Franconie; quelques échantillons de celui-ci ne sont guère plus grands; cependant, celui de Chauffontaine les a toujours plus petites. Dans tous les cas, comme je l'ai dit plus haut, toute détermination certaine, toute description rigoureuse sont impossibles. Pourtant, cet échantillon offre quelque intérêt parce qu'il montre, ce qui d'ailleurs est très naturel, que des *Cladophlebis* à petites folioles fort analogues aux précédents ont persisté au pied des Vosges jusqu'à la partie supérieure du muschelkalk, aux couches de passage du Trias moyen au Trias supérieur.

Sommet du Trias moyen, Meurthe-et-Moselle : Chauffontaine (*Lebrun*) R. [Coll. de la faculté des sciences de Nancy.]

Pecopteris Brongn.

Ce grand genre artificiel, établi par Brongniart sur la nervation des frondes et dont plusieurs espèces mieux connues ont dû être déjà séparées, ne renferme jusqu'à présent, dans le Trias du versant occidental des Vosges, qu'une seule espèce rencontrée une seule fois, et dont la nervation, très imparfaitement conservée, sur tous les échantillons trouvés en Suisse aussi bien qu'en France, n'est pas sans laisser quelques doutes sur la légitimité de son attribution à ce genre.

19. *P. gracilis* Heer. Pl. VI, fig. 3, *a* et *b*.

P. gracilis Heer, *Urw. d. Schweiz*, p. 56, pl. II, fig. 7. 1865 et *Fl. foss. Helvet.*, p. 70, pl. XXIV, fig. 13. 1873.

Cette fougère a été décrite par Heer, d'après un unique fragment de fronde provenant de Moderhalde, en Suisse, mais il dit qu'elle a été également trouvée, dans le Keuper, aux environs de Stuttgart; il signale sa ressemblance avec les *Gleichenia* et pense qu'elle doit appartenir aux Gleichéniées.

Schenk a décrit, dans le Rhétien, d'après un petit nombre d'échantillons, sous le nom de *Gleichenides microphyllus* (*), une fougère dont la ressemblance est extrême avec l'espèce de Heer. On ne voit, à vrai dire, aucun caractère les séparant; d'après même ce que dit Schenk (p. 87), il a maintenu la séparation sur-

1. *Die fossile Flora der Grenzschichten*, p. 86, pl. XXII, fig. 7 et 8. 1868.

tout par suite d'une vue théorique reposant sur le grand hiatus existant entre la flore du Keuper et celle du Rhétien; peut-être est-il, en effet, plus prudent d'agir ainsi en présence d'empreintes aussi imparfaitement conservées.

Quoi qu'il en soit de cette question, un des échantillons recueillis par M. Grand'Eury, dans le Keuper de Norroy, présente deux fragments de frondes d'une très petite fougère dont l'identité avec l'espèce de Heer est indéniable; la plus grande des deux empreintes a pu être dégagée sur une longueur de 25 millimètres; elle ne donne ni la base ni le sommet de la fronde; mais la largeur de celle-ci, la forme et la dimension des pinnules, leurs positions les unes par rapport aux autres, la nervure médiane souvent bien marquée sont identiques avec ce qu'on voit sur la figure de Heer et par suite sur celles de Schenk. On ne voit pas de traces certaines de nervures autres que la médiane, ce qui paraît être le cas aussi pour la plante du Keuper et celle du Rhétien. Schenk n'en décrit ni n'en figure pour cette dernière, et, si Heer en signale deux ou trois de chaque côté pour sa plante, il n'en figure pas, ce qui semble indiquer qu'elles étaient bien peu nettes; l'échantillon de Norroy n'est pas en très bon état de conservation; cependant, le fait qu'il ne montre pas non plus, d'une façon bien certaine, d'autres nervures que la médiane, assez forte, coïncide si bien avec ce qui a déjà été observé qu'il faut sans doute admettre que la consistance de la fronde ne permettait pas très bien la conservation de la nervation entière en empreinte.

Keuper, Vosges : Norroy (*Grand'Eury*) R. R. R.

Anomopteris Brongn.

Le genre *Anomopteris* a été créé par Brongniart pour une fougère du type pécoptéroïde, rencontrée dans le grès bigarré des Vosges. Cette espèce restée l'unique du genre est l'

20. *Anomopteris Mougeoti* Brongn. Pl. VI, fig. 4.

Cette espèce, nommée, pour la première fois, par Brongniart, dans le *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles* et son *Essai sur la flore du grès bigarré*, a été ensuite l'objet d'une étude approfondie, de sa part, dans l'*Histoire des végétaux fossiles*, et il en a donné de fort bonnes planches. Schimper et Mougeot, dans

leur ouvrage sur la flore du grès bigarré, l'ont aussi étudiée avec beaucoup de soin et figurée d'une façon remarquable. Malgré ces travaux paléophytologiques, on est encore très loin d'en connaître la structure et par suite la place exacte dans la classification. A raison de la grossièreté du grain de la roche qui en a conservé les restes, et peut-être aussi de la consistance de la fronde, on le verra plus loin, nous n'en connaissons même pas la nervation ; quant aux fructifications, bien que Brongniart d'abord, puis Weiss⁽¹⁾, aient cru les avoir observées, les résultats qu'ils ont donnés, à cet égard, restent tellement douteux que M. Zeiller⁽²⁾ a pu dire, avec raison : « Plusieurs des échantillons recueillis paraissent fructifiés, mais ils sont trop mal conservés pour qu'on ait pu en étudier le mode de fructification. »

Mais, si la place de l'*Anomopteris Mougeoti* reste douteuse dans la classification, cette fougère est une des plus caractéristiques et les plus communes parmi celles de la flore au milieu de laquelle elle a vécu. Schimper⁽³⁾, après avoir cité, pour elle, plusieurs localités, ajoute : « C'est l'espèce la plus répandue et la plus caractéristique du grès bigarré », ce qui est vrai si l'on s'en tient aux Vosges et aux fougères, car l'*Equisetum Mougeoti* est encore plus commun ; en dehors de la région vosgienne, l'espèce est rare.

Les très nombreux échantillons d'*Anomopteris* que j'ai eu occasion d'étudier ne m'ont rien fourni de neuf relativement à la structure de la plante, mais ils me permettent de confirmer entièrement, pour le pied des Vosges lorraines, l'assertion que je viens d'emprunter à Schimper et d'ajouter que l'espèce, signalée longtemps exclusivement dans le grès bigarré, entendu au sens le plus large, c'est-à-dire en y comprenant les couches rattachées aujourd'hui, à titre d'assises inférieures, au Trias moyen, a vécu, en réalité, jusqu'à la fin de celui-ci, puisqu'on la trouve dans les couches de la lettenkohle. En 1841, Guibal (mémoire déjà cité) l'avait indiquée dans le muschelkalk des environs de Lunéville, mais cette observation était oubliée lorsque M. Zeiller signala incidemment le même fait⁽⁴⁾, d'après un beau fragment de fronde

1. « Ueber *Anomopteris Mougeoti*. » (*Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1871, p. 363-368.)

2. *Éléments de paléobotanique*, 1900, p. 91.

3. *Traité de paléontologie végétale*, I, 1869, p. 599.

4. « Sur la présence dans le grès bigarré des Vosges de l'*Acrostichides rhombifolius* Font. (*Bull. Soc. géol.*, 3^e série, XVI, 1888, p. 698.)

trouvé par Lebrun, lors du creusement d'un puits, à Ménil-Flin, et donné par lui à l'École supérieure des mines. C'est celui qui est reproduit planche VI, figure 4 ; il est fort beau et ne laisse prise à aucun doute sur l'exactitude de la détermination.

Un échantillon, recueilli par Lebrun, à Chauffontaine, déposé aujourd'hui à la faculté des sciences de Nancy, porte, avec beaucoup d'autres débris végétaux, un grand fragment de fronde d'*Anomopteris*; elle était plus forte que celle dont il vient d'être question, puisque le rachis, conservé sur une longueur de 143 millimètres, présente une largeur de 9 à 10 millimètres ; les pennes et surtout les pinnules sont généralement en moins bon état que sur l'échantillon de Ménil-Flin ; les pinnules, en particulier, semblent, au premier abord, plus courtes que ce n'est le cas habituellement ; mais, en y regardant de près, on voit qu'il n'y a là qu'une apparence due à ce que l'extrémité de la pinnule s'est infléchie et qu'elle est, par suite, noyée dans la roche ; mais plusieurs d'entre elles sont complètement étalées et par suite normales. Les touffes de poils de la base des pinnules sont, au contraire, parfois remarquablement conservées.

Il me semble utile de signaler ce fait que les pinnules ne montrent aucune trace de nervation, pas plus sur l'échantillon de Ménil-Flin que sur celui de Chauffontaine, bien que le grain de la roche, plus fin que celui du grès bigarré, fût plus favorable à la conservation de celle-ci. Il semble donc bien probable que l'absence si constante de nervation visible sur cette fougère dont on possède des restes si nombreux soit due à la consistance de la fronde.

Grès bigarré (*sens. lat.*), Vosges : Fontenoy-le-Château (Faculté des sciences, Polytechnicum de Zurich, plusieurs échantillons au musée d'Épinal, très beaux échantillons, coll. Mougeot, Société industrielle de Mulhouse); Metendal, près Rambervillers (Muséum, envoyé par Mougeot, coll. Mougeot); Épinal (École des mines); Épinal, Saut-du-Cerf (Faculté des sciences de Nancy, Sorbonne); Bains (École des mines, coll. Mougeot, trois échantillons coll. Kampmann); Ruau (plusieurs échantillons à la Sorbonne, coll. ville de Dijon¹), un échantillon très beau, plusieurs beaux échantillons, coll. Puton, coll. Kæchlin à la Société industrielle de Mulhouse); Bouzey, fouilles du canal (musée d'Épinal, plusieurs très beaux échantillons); Sainte-Hélène (coll. Mougeot); environs de Plombières (Muséum); Bruyères (Muséum, deux échantillons

1. Avec doute pour la localité.

envoyés par Mougeot); Grandvillers (Facultés des sciences de Nancy et de Besançon). — Meurthe-et-Moselle : Baccarat (coll. abbé Boulay); Merviller-Vacqueville (Faculté des sciences de Nancy); Cirey (musée d'Épinal, Muséum, quatre échantillons envoyés par E. Chevandier). — Haute-Saône : Luxeuil (École des mines, un échantillon envoyé par Étallon); Pont-du-Bois (grands et beaux échantillons); Claignoutte (École des mines); Claignoutte, près de Ronchamp (coll. de la houillère); Passavant (laboratoire de géologie de la Sorbonne). — Territoire de Belfort (quatre échantillons au musée de Belfort). — Lorraine allemande : Phalsbourg, Etzlingen près de Forbach (musée de l'Institut géologique à Strasbourg)^[1]. — Muschelkalk, Meurthe-et-Moselle : Ménéil-Flin (un échantillon à l'École des mines); Chauffontaine (Faculté des sciences, un échantillon trouvé comme le précédent par Lebrun).

Neuropteridium Schimp.

Ce genre, détaché par Schimper des *Neuropteris*, appartient exclusivement au Permien de l'Inde, de l'Amérique du Sud et de l'Afrique australe⁽²⁾ d'une part, et de l'autre au Trias d'Europe. Pour ce dernier, il est particulièrement représenté dans le grès bigarré, entendu au sens le plus large; il y a été rencontré dans les dépôts qui se trouvent au pied des Vosges et aux environs de Commern (Prusse rhénane); depuis, il a été rencontré, mais en bien moindre abondance, dans le Trias supérieur, aux environs d'Apolda, en Thuringe⁽³⁾. En ce qui concerne le grès bigarré, les échantillons qui ont servi à décrire les premières espèces étudiées ont été trouvés en Alsace, dans la riche localité de Soultz-les-Bains, où même, à part une espèce, ils paraissent avoir été assez rarement recueillis. Depuis, on a également rencontré le genre sur le versant lorrain, où d'ailleurs les échantillons ne paraissent pas non plus être communs. Voici les espèces connues jusqu'à présent sur mon domaine floral :

21. *N. Voltzii* Brongn. sp. Pl. IX, fig. 2.

Neuropteris Voltzii Brongn., *Ess. d'une Fl. du grès bigar.*, p. 440. 1828.

1. Je dois ces renseignements et d'autres qu'on trouvera plus loin, concernant des fossiles de la même collection, à l'obligeance de MM. les professeurs comte de Solms-Laubach et Benecke, de l'université de Strasbourg; je les prie de recevoir mes bien vifs remerciements.

2. Voir SEWARD, « Fossil Flora of the Cape Colony ». (In *Annals of the South African Museum*, IV, part. 1, 1903, p. 83.)

3. Dr G. COMPTON, « Die fossile Flora des Unter-Keupers von Ost-Thüringen ».

Neuropteris Voltzii Schimper et Mougeot, *Monogr. d. pl. foss. d. grès bigar.*, etc., p. 78. 1844.

Neuropteris subg. *Neuropteridium* *Voltzii* Schimper, *Tr. d. pal. végét.*, I, p. 448. 1869.

Neuropteridium Voltzii Schimper, *Palæophytologie*, p. 117. 1879.

Cette espèce, bien qu'elle soit représentée dans la collection Mougeot et au musée d'Épinal par des échantillons lorrains, n'a pas encore été signalée sur le versant occidental des Vosges et, même en Alsace, elle n'a été rencontrée que dans la riche localité de Soultz ; cela donne un intérêt tout spécial à deux échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. l'abbé Boulay ; ils proviennent d'autres localités que les empreintes de la collection Mougeot.

Le premier, recueilli à Rambervillers (Vosges), a été déterminé par Schimper, il appartient bien certainement à cette espèce et correspond entièrement aux figures données par Schimper et Mougeot. C'est l'empreinte d'un grand fragment de fronde, donnant le rachis sur une longueur de 11 centimètres ; il porte, de chaque côté, des pinnules dont aucune n'est intacte, mais dont une très grande portion, quelquefois la presque totalité, subsiste avec une nervation parfois très bien conservée ; mais il n'ajoute rien à ce que nous savons de la structure et des caractères de l'espèce ; son seul intérêt est d'avoir été trouvé au pied lorrain des Vosges.

Il n'en est pas de même du second échantillon, recueilli à Baccarat ; il offre, quant à la localité où il a été rencontré, le même intérêt que le premier, mais en outre il présente avec le type habituel de l'espèce, tel surtout qu'il a été figuré par Schimper et Mougeot, des différences assez notables pour qu'au premier abord on puisse se demander s'il appartient bien au *N. Voltzii*. Il s'agit encore de l'empreinte d'un grand fragment de fronde comme on peut le voir planche IX figure 2 ; il présente le rachis sur une longueur de 95 millimètres ; de chaque côté sont des pinnules, quelquefois conservées dans leur intégralité et dans leur ensemble beaucoup plus complètement que chez l'échantillon de Rambervillers. La nervation est moins habituelle et moins bien conservée ; elle l'est toutefois assez, sur une pinnule surtout, pour que, en la joignant aux autres caractères du fossile, la détermination générique ne laisse prise à aucun doute. On ne saurait en dire autant, comme je l'ai fait observer déjà, de l'identification d'espèce. Au premier coup d'œil, on est frappé de la consistance

de la fronde, qui paraît avoir été plus ferme que d'habitude, différence légère d'ailleurs et qui ne semble pas avoir grande importance, comme je l'expliquerai plus loin, et surtout des dimensions énormes que présentent les pinnules au moins en longueur. Ainsi que le fait remarquer avec raison M. l'abbé Boulay, dans les observations manuscrites accompagnant son échantillon, celui-ci, tout en s'écartant assez notablement de ceux figurés par Brongniart, Schimper et Mougeot, présente beaucoup de ressemblance avec un de ceux figurés par M. Blankenhorn⁽¹⁾, à la longueur près des pinnules, qui reste le caractère distinctif le plus solide de l'échantillon de Baccarat. M. l'abbé Boulay ajoute que pour réunir celui-ci au *N. Voltzii*, il faut admettre que cette espèce était très variable; c'est malgré cela la détermination à laquelle il s'est arrêté, avec raison, je crois. Cette longueur des pinnules est ici de 65 millimètres, chez la plus grande, qui n'est même pas complète, mais il s'en faut de peu. Elle n'atteindrait pas même le maximum attribuable à l'espèce si l'on s'en rapporte au texte de Schimper et Mougeot⁽²⁾ qui donne pour la longueur de ces pinnules 7 à 8 centimètres, mais il y a évidemment erreur, car cette assertion est contredite par les figures de l'ouvrage, et Schimper, dans son *Traité de paléontologie*, a réduit la longueur maximum à 4 centimètres; M. Blankenhorn l'a portée à 5. Les pinnules de la fronde qui nous occupe dépassent sensiblement même cette dernière évaluation de 1^{cm},5 à 2 centimètres, ce qui, comparé à la longueur totale, n'est pas sans mériter d'attirer l'attention. Mais on sait que les différences de taille constituent bien souvent des caractères de médiocre importance; c'est le cas pour les fougères, que l'on considère l'ensemble de la fronde ou ses pinnules; je l'ai déjà fait ressortir pour les *Todea*, en en parlant à propos des variations de taille et de forme des pinnules chez le *Cladophlebis distans*; bien d'autres fougères donnent lieu à des observations de même ordre, ainsi des *Lomaria* et *Polypodium*, qui présentent, avec le *N. Voltzii*, cette analogie d'avoir des frondes simplement pennées. Ainsi une espèce, très commune, du dernier genre, le *P. vulgare* L., présente en moyenne des pinnules longues de 30 à 35 millimètres. Je trouve cependant sur les quelques

1. « Die fossile Flora des Buntsandsteins und des Muschelkalks der Umgegend von Gommern », 1886, pl. XVI, fig. 1.

2. *Op. cit.*, p. 78.

échantillons de mon herbier des frondes à pinnules de 22 millimètres au maximum, sur un échantillon des Bordes, aux environs de Sens, et 53 millimètres sur un échantillon des environs de Cherbourg, c'est-à-dire une différence dépassant le simple au double, bien inférieure à celle qu'offre le *Neuropteridium* de Baccarat comparé aux échantillons de *N. Voltzii* décrits et figurés jusqu'ici. Il n'y a donc aucune raison pour l'en séparer spécifiquement, ni même pour créer une variété; seulement, cela prouve une fois de plus la justesse de l'observation faite par M. Blankenhorn⁽¹⁾ que le *N. Voltzii* est une espèce singulièrement variable.

C'est aussi une des plus caractéristiques du grès bigarré, puisqu'on l'a trouvée des deux côtés des Vosges, en Lorraine aussi bien qu'en Alsace, et de plus sur les bords de l'Eifel, aux environs de Commern, sans qu'elle soit parmi les espèces les plus répandues. Assez commune seulement à Soultz, elle paraît encore assez bien représentée à Commern, mais elle est certainement rare en Lorraine, bien que trouvée en quatre localités différentes.

Coll. Mougeot (Ville-sur-Ilion et Vioménil); musée d'Épinal (échantillon recueilli à Épinal); coll. abbé Boulay (Rambervillers et Baccarat) A. R.

22. *Neuropteridium intermedium* Sch.

Neuropteris intermedia Sch. et Moug. subg. *Neuropteridium*, *Monog. des plantes foss. du grès bigar.*, etc., p. 77, pl. XXXVIII, fig. 1 et 2. 1844.

Neuropteris intermedia Sch. et Moug. subg. *Neuropteridium* dans Schimper, *Traité de paléontologie végét.*, I, p. 449. 1869.

Neuropteridium intermedium Sch., *Palæoph.* in *Handb. d. Palæont. von Zittel*, p. 117. 1890.

Cette espèce, décrite d'après des échantillons de Soultz-les-Bains, où elle paraît être assez commune, a été rencontrée ensuite en diverses localités des Vosges, du Palatinat, des environs de Trèves et de Commern; elle paraît l'avoir été rarement dans le grès bigarré du versant occidental des Vosges; cependant A. Mougeot⁽²⁾ dit qu'elle a été trouvée assez abondamment à Grandvillers près de Bruyères. J'ai vu l'échantillon qui se trouve dans la collection Mougeot, il est très mauvais; sa plus grande valeur

1. *Op. cit.*, p. 127.

2. « Observations sur le *Caulopteris Lesangeana* Sch. et Ant. Moug., etc. » (*Ann. Soc. d'émul. du dép. des Vosges*, VII, 1849, publié en 1850, p. 193.)

consiste en ce qu'il se présente sous la garantie, comme détermination, de l'un des auteurs de la *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré des Vosges*.

Vosges : Grandvillers, A. Mougeot; coll. Mougeot (Vioménil).

23. *Neuropteridium elegans* Schimp. (*Palæoph. in Handb. d. Palæont. von Zittel*, 1890, p. 117.)

Neuropteris elegans Brong., *Prodr.*, p. 54. 1828.

Neuropteris elegans Brong., *Ess. d'une flore du grès bigarré*. 1828.

Neuropteris elegans Brong., *Hist. des vég. foss.*, p. 247, pl. LXXIV. 1828.

Neuropteris elegans Brong. subg. *Neuropteridium* Sch. Schimp. et Mouge., *Monogr. des pl. foss.*, etc., p. 80, pl. XXXIX. 1844.

Id. Schimper, *Traité de Pal. vég.*, I, p. 449. 1869.

Cette espèce, très voisine de la précédente, a été décrite d'abord par Brongniart, puis par Schimper et Mougeot sur différents échantillons trouvés à Soultz-les-Bains et conservés au musée de Strasbourg; elle a été depuis trouvée à un niveau un peu supérieur à Carlshafen, dans le bassin du Weser, par M. Blankenhorn⁽¹⁾; elle paraît se trouver fort rarement au pied du versant occidental des Vosges; c'est encore à M. Boulay que nous devons le meilleur document à son sujet. Il consiste en un échantillon trouvé à Rambervillers et déterminé par Schimper, dont j'ai pu voir l'étiquette autographe, par la bienveillante communication qui m'en a été faite.

Elle est représentée aussi dans les collections de la faculté des sciences de Nancy par un échantillon, sans doute recueilli par Guibal, malheureusement sans aucune indication de localité; par les raisons que j'ai déjà eu l'occasion d'exposer, il me semble toutefois certain qu'il est d'origine lorraine; il porte les empreintes de fragments de frondes dont deux, importants, présentent une très notable partie de l'organe, environ les deux tiers; d'après leur disposition relative, il semble que l'échantillon complet devait porter la souche d'où elles émergent, comme dans un des exemplaires figurés par Schimper et Mougeot; la nervation de certaines pinnules est assez bien conservée pour ne laisser, jointe à la forme, à la dimension des frondes, à celle des pinnules, aucun doute sur la détermination de l'espèce; les em-

1. *Die foss. Flor. d. Buntsandst.*, p. 144.

preintes n'ajoutent rien à ce que nous savons de sa structure et de ses caractères.

Enfin, les collections du laboratoire de géologie, à la Sorbonne, contiennent l'empreinte d'un fragment de fronde provenant de la Héronnière qui appartient certainement à cette espèce ; à première vue, les pinnules paraissant plus ou moins laciniées donneraient l'impression d'une autre plante, mais cela tient à des fentes de l'organe et surtout à ce qu'une partie du parenchyme a été détruite par la macération ; la figure 1, planche XXXIX de Schimper et A. Mougeot pour l'espèce en question présente quelque chose de semblable, qui est bien plus net encore planche XXXVII pour *N. Voltzii* et surtout figure 1, planche XXXVIII, pour *N. grandifolia*.

Rambervillers (*abbé Boulay*) ; La Héronnière (coll. de la Sorbonne). [Coll. Faculté des sciences de Nancy, sans nom de localité.]

Crematopteris Sch. et Moug.

Ce nom générique a été créé par Schimper et A. Mougeot pour une fougère du grès bigarré de Sultz-les-Bains qui, étudiée d'abord par Brongniart, avait été considérée, par lui, comme si peu caractérisée qu'il l'avait placée dans le genre très compréhensif *Filicites* ; ce qui voulait dire qu'il voyait, dans le fossile qu'il avait eu sous les yeux, une fougère, mais qu'il n'avait pu lui trouver d'affinités certaines avec aucun genre vivant ni avec les genres provisoires établis par lui pour les fougères fossiles dont, en l'absence d'organes de fructification, il n'avait pu déterminer la place exacte dans la classification. Il lui avait semblé toutefois que la fronde était simple, entière, et c'est pour cela que, plus tard, le fossile en question fut placé, par Gœppert, dans le genre *Scolopendrites*. Schimper ayant pu recueillir et étudier des restes plus nombreux de cette fougère, trouver même un pied presque entier, constata que les frondes étaient non pas simples et entières, mais pennées ; de plus, que, chez les frondes fertiles, les pinnules portant les fructifications étaient placées en dessous des pinnules stériles et pendantes ; il sembla à lui et à son collaborateur A. Mougeot qu'il y avait lieu de créer pour cette fougère un nouveau type générique, dans lequel ils placèrent, sous le nom de *C. typica*⁽¹⁾, l'unique espèce, connue d'eux, lui appar-

1. *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré*, etc., p. 74, pl. XXIV.

tenant, et ils le placèrent, sans exprimer d'ailleurs aucune opinion relativement à ses affinités, immédiatement après les *Neuropteris*. Plus tard, dans son *Traité de paléontologie végétale* (¹), Schimper, maintenant ce genre, le plaçait parmi ceux qu'il considérait, dans la classe des fougères, comme *incertæ sedis*. Il continuait à ne lui rapporter que le *C. typica* et faisait observer que les quelques autres espèces qu'on lui avait rattachées ou qu'on pouvait être tenté de lui attribuer, ou ne lui appartenaient décidément pas, ou bien étaient trop vaguement caractérisées pour qu'on pût se faire aucune opinion relativement à la légitimité de cette réunion; on ne peut que lui donner raison, à la vue de la figure du *Filicites scolopendroides* Lindl. et Hutt (²).

Dans la *Palæophytologie* du *Manuel de paléontologie* de Zittel (³), Schimper continue à maintenir le genre *Crematopteris*; mais il le place, on ne sait trop pour quelle raison, parmi les pécoptéridies. Il lui attribue toujours une seule espèce, le *C. typica*, ajoutant qu'il lui semble vraisemblable que le *Neuropteris imbricata* Sch. et Moug., qu'il avait passé complètement sous silence dans le *Traité de paléontologie*, évidemment parce qu'il ne savait trop qu'en penser, doit être considéré comme la fronde stérile de cette espèce, qui aurait eu ainsi une nervation névroptéroïde.

Quatre ans avant cette dernière publication de Schimper, M. Blankenhorn (⁴) publiait, avec figures à l'appui, des fragments de frondes fertiles appartenant incontestablement au *C. typica*, trouvés à Berg, près de Flosdorf, au bord de l'Eifel; il émettait l'avis, en se fondant sur une étiquette de Schimper au musée de Strasbourg, rattachant le *N. imbricata* à l'espèce; sur la grande ressemblance de la portion stérile des échantillons de *C. typica*, figurés par Schimper, avec le *N. Voltzii*; enfin, sur la concomitance fréquente du *C. typica* avec les divers *Neuropteridium*, que le *C. typica* n'était autre chose que la fructification de ce dernier genre; qu'il n'y avait par conséquent pas lieu de maintenir son autonomie générique. Il faisait observer toutefois qu'il n'y avait là qu'une très grande vraisemblance: un bon échantillon

1. I, p. 596.

2. *Fossil. Flora*, III, pl. CCXXIX.

3. P. 129.

4. « Die fossile Flora des Buntsandsteins und des Muschelkalks, etc. », p. 129, pl. XXI, fig. 1-7.

portant, à la fois, des pinnules fertiles de *C. typica* et des pinnules à nervation conservée de l'un des *Neuropteridium* triasiques permettrait seul de trancher définitivement la difficulté. Il ajoute que d'ailleurs ces divers *Neuropteridium* sont si voisins les uns des autres qu'il y a lieu de se demander s'il convient réellement de les séparer spécifiquement.

M. Zeiller⁽¹⁾, adoptant les vues de M. Blankenhorn, admet comme à peu près démontré le fait que les *Crematopteris* ne forment point un genre distinct, qu'ils constituent les portions fertiles de la fronde des *Neuropteridium* et il ajoute, avec raison, que ceux-ci « auraient été, en ce cas, très analogues, tout au moins comme port, à certains *Lomaria* ». Des espèces de ce genre ont en effet des pinnules fertiles placées en dessous des pinnules stériles et ressemblent beaucoup au *C. typica* figuré par Schimper.

Bien que le *C. typica* ait été trouvé en Lorraine, de même que le *Neuropteridium imbricatum*, je ne puis apporter grand'chose de nouveau à la solution de la question, pour laquelle je partage d'ailleurs la manière de voir de MM. Blankenhorn et Zeiller. Si, dans ce qui va suivre, je maintiens non seulement comme genre, mais comme espèce unique le *C. typica*, c'est parce que, pour les raisons susindiquées, on ne peut encore considérer l'identification comme absolument à l'abri de toute contestation, mais en précisant bien que le genre me semble appelé à disparaître et que, sans doute, l'espèce considérée comme unique devrait se rattacher aux divers *Neuropteridium* décrits jusqu'à présent, au moins à ceux du grès bigarré⁽²⁾, en admettant qu'il faille tous les conserver, ce dont on peut douter avec M. Blankenhorn.

24. *C. typica* Sch. et Moug.

Filicites scolopendroides Brong., *Ess. d'une Fl. du grès big.* (Ann. Sc. nat., XV, p. 443, pl. XVI, fig. 2. 1828.)

Filicites scolopendroides Brong., *Prodr.*, p. 190. 1828.

Filicites scolopendroides Brong. *Hist. des végét. foss.*, p. 388, pl. CXXXVII, fig. 2 et 3 non *F. scolopendroides* Lindl. et Hutt. *Foss. Fl.*, III, p. 229.

Scolopendrites Jussieui Gæpp., *Foss. Faune*, p. 276. 1836.

1. *Éléments de Paléobotanique*, p. 109.

2. Quant à présent, cet étage seul en renferme, puisque l'unique espèce citée comme trouvée en dehors de lui, dans le muschelkalk, doit être placée dans un autre genre, on l'a vu plus haut.

Reussia scolopendroides Presl, Sternb., *Flor. d. Vorwelt*, II, p. 125. 1838.

Crematopteris typica Sch. et Moug., *Monog.*, p. 72, pl. XXXV, 1844 ; Schimp., *Pal. végét.*, I, p. 597, 1869 ; Schimp., *Palæophyt.*, p. 129, in *Zittel Handb. d. Pal.*, II, p. 129. 1879.

La collection Mougeot renferme un échantillon bien authentique de cette fougère provenant de Grandvillers, dans le département des Vosges. D'après A. Mougeot (1), elle y aurait même été assez abondante, conjointement avec des frondes de *Neuropteridium intermedium*, ce qui, suivant la juste observation de M. Blankenhorn, serait un argument en faveur de son opinion relativement à l'identification des *Crematopteris* et des *Neuropteridium*. En dehors de ces échantillons de Grandvillers, je ne connais aucun échantillon certain de *Crematopteris*, trouvé sur le versant occidental des Vosges. Voulot a déposé au musée d'Épinal un échantillon de grès bigarré, trouvé à Bouzey dans les travaux du canal de l'Est, portant l'empreinte d'un très grand fragment d'une fronde de fougère simplement pennée. Cette empreinte, qui a 227 millimètres de longueur, présente d'une façon assez nette le rachis et les contours des pinnules ; malheureusement, à raison de la grossièreté du grain de la roche, la nervation est à peu de chose près totalement indistincte. La forme générale, la taille de cette fronde et des pinnules qu'elle porte ne sont pas sans rappeler beaucoup le *Neuropteridium Voltzii* ; mais, par ses pinnules singulièrement rapprochées, se recouvrant généralement par le bord, surtout par sa consistance, qui paraît avoir été assez ferme, elle semble appartenir à une espèce différente et, sous tous ces rapports, elle ressemble singulièrement à la partie stérile de la fronde de *Crematopteris typica*, reproduite par Schimper et Mougeot, figure 2, planche XXXV. Je serais porté à les considérer comme appartenant à la même espèce, sous les réserves, bien entendu, qu'il convient de faire pour un échantillon aussi mal conservé et en l'absence de pinnules fertiles.

Cette consistance ferme se retrouve sur deux fragments de frondes de fougères trouvés à Merviller-Vacqueville par Bleicher, dont l'un est représenté figure 3, planche VIII ; bien que ces fragments soient très incomplets, leur nervation bien conservée permet de voir que c'est celle des *Neuropteris* ; que, de plus, elle

1. « Observations sur le *Caulopteris Lesangeana*, etc. », par le Dr A. MOUGEOT. (*Ann. Soc. émul. du dep. des Vosges*, VII, 1849, p. 103.)

présente un caractère très net aussi chez le *N. imbricata*, à en juger par la figure 4, planche XXXVI de Schimper et Mougeot, bien qu'ils n'insistent pas sur lui dans le texte : la décurrence très accusée de la nervure médiane ; indépendamment de ces caractères de fermeté de la fronde, de nervation, les deux empreintes de Merviller-Vacqueville ont aussi du *N. imbricata* les pinnules très rapprochées, se recouvrant plus ou moins ; autrement dit, elles me semblent lui être identiques.

M. Nicklès a trouvé à Petitmont, dans Meurthe-et-Moselle, deux empreintes de frondes d'une fougère qu'on peut affirmer appartenir à la même espèce, bien que l'une des empreintes soit à peu près réduite au rachis et aux nervures secondaires ; la meilleure, bien que la nervation soit à peu près absente, offre une si complète ressemblance de taille et de forme, soit de l'ensemble, soit de chaque pinnule, un écartement et un recouvrement si semblables de celles-ci avec la figure du *N. imbricatum* dans Schimper et Mougeot, qu'on peut, je crois, affirmer la détermination. On peut faire les mêmes réflexions au sujet d'un échantillon de Pexonne appartenant à la faculté des sciences de Nancy ; la nervation est à peu près indistincte, mais tous les autres caractères sont du *N. imbricatum*.

C'est encore à cette fougère que je rattache un échantillon de la collection de M. Kampmann. Il a été recueilli à Bains et présente l'empreinte presque complète d'une fronde dont la nervation est malheureusement très mal conservée, mais qui, dans l'ensemble, présente la plus grande ressemblance avec le *N. imbricatum*.

En résumé, il me semble à peu près certain, comme je l'ai déjà dit plus haut, que le genre *Crematopteris* n'a point d'existence autonome, qu'il représente simplement les frondes sporifères de *Neuropteridium*, les échantillons décrits par M. Blankenhorn sans portion stérile se référant très probablement au *N. Voltzii*, trouvé en abondance avec lui à Berg, près de Flörsdorf, ou peut-être au *N. intermedium* rencontré aussi dans la même localité, quoique en moindre abondance.

Le *Neuropteridium* auquel appartiennent les échantillons figurés par Schimper et Mougeot est différent de ceux-ci : il est peut-être même la forme, appartenant à ce genre, qui s'en éloigne le plus ; il y a lieu de la maintenir, si l'on fait disparaître le genre

Crematopteris, et de lui conserver le nom qui lui avait été imposé par Schimper et A. Mougeot; l'appellation spécifique *typica* devant disparaître avec le nom du genre fictif auquel on l'avait accolée, l'une et l'autre reposant sur une erreur.

Dans cette manière de voir, les localités seront à indiquer de la façon suivante pour notre domaine floral :

Frondes fertiles de *Neuropteridium* (*Crematopteris*), Grandvillers, près de Bruyères. [Coll. Mougeot] C.

N. imbricatum Sch. et A. Moug. Meurthe-et-Moselle : grès bigarré de Merwiller-Vacqueville (*Bleicher*); de Petitmont (*Nicklès*); de Pexonne (*Nicklès*). [Coll. de la faculté des sciences de Nancy.] — Vosges : Bains. [Coll. Kampmann] A. C.

25. *Filicites* sp.

Un échantillon de grès bigarré, des environs de Luxeuil, dans la collection Étaillon, aujourd'hui à l'École supérieure des mines, porte plusieurs empreintes végétales complètement indéterminables, sauf une qui appartient certainement à une fronde de fougère. Mais celle-ci elle-même est très médiocre et c'est pour cela que je ne lui donne pas de nom spécifique ni même de nom générique indiquant une identification ou rapprochement quelconque avec des genres soit fossiles, soit vivants; il me semble utile cependant de la signaler; si l'état de conservation en est trop médiocre pour permettre une description complète et rigoureuse, il est suffisant pour montrer qu'on est en présence d'une forme très différente de tout ce qui a été décrit jusqu'à présent, non seulement dans le grès bigarré, mais dans le Trias en général. Cette empreinte prouve, avec quelques autres fossiles dont il est question dans ce travail, que nous sommes assez loin de connaître la flore du Trias, que l'uniformité et la pauvreté qui lui ont été attribuées, surtout dans le grès bigarré, sont bien moins absolument réelles que dues, pour partie au moins, à l'imperfection de nos connaissances; j'essayerai d'ailleurs d'expliquer, dans les conclusions de ce travail, pourquoi il y a une si grande différence de fréquence dans les espèces connues jusqu'ici.

Le fragment de fronde de l'échantillon Étaillon appartient soit à l'organe entier, soit aux pennes d'une fronde composée; il est impossible de se prononcer sur une seule et médiocre empreinte, d'environ 55 millimètres de longueur, parce que vers les extrémités

elle est un peu indistincte et, de plus, présente une courbure assez prononcée; elle a 5 millimètres de largeur, et son rachis relativement fort présente une épaisseur de 1 millimètre; elle montre de chaque côté de très petites pinnules arrondies, paraissant avoir été assez épaisses et s'être assez souvent un peu recouvertes par leur bord; il n'y a pas trace de nervation, ce qui rend une description exacte difficile et qui peut tenir à la médiocrité de l'échantillon, mais aussi à l'épaisseur et à la consistance de l'organe, comme je l'ai déjà fait observer pour l'*Anomopteris*; cette petite empreinte n'est pas sans rappeler par ses dimensions et son aspect général une penne d'*A. Mougeoti*, mais elle s'en distingue nettement par ses pinnules beaucoup plus arrondies et se recouvrant parfois assez fortement; il se pourrait cependant qu'elle provienne d'une fougère ayant de grandes affinités avec elle-ci.

Grès bigarré aux environs de Luxeuil (*Étallon*) [École des mines] R. R. R.

TIGES DE FOUGÈRES

Dès qu'on a commencé à étudier la flore du Trias, plus spécialement celle du grès bigarré, on y a signalé des tiges rapportées à des fougères. Brongniart le premier en décrivait une qui reste la plus certaine, la mieux connue et relativement la plus commune de celles qui, sans conteste, peuvent être considérées comme des fougères; il la rapporte même à une espèce connue par ses feuilles, l'*Anomopteris Mougeoti*; nous aurons à voir ce qu'il faut penser de cette réunion. Plus tard, Schimper et Mougeot signalaient, en les rapportant au genre *Caulopteris*, quelques tiges considérées, par eux, comme ayant appartenu à des fougères. Ces tiges ont été portées ensuite en d'autres genres, mais toujours avec la même attribution de classe. A. Mougeot, dans un travail remarquable, resté cependant presque complètement ignoré, avait montré qu'il y avait là une erreur, au moins pour quelques-unes d'entre elles et probablement pour toutes. J'exposerai plus loin, à propos des lycopodiniées, les raisons, basées sur l'étude des échantillons déjà connus et de ceux qu'il m'a été donné d'examiner pour la première fois, qui militent en faveur de l'opinion d'A. Mougeot et me portent à ne pas considérer ces tiges comme des restes de fougères; il en sera de même

pour une autre tige fossile rapportée d'abord également à cette classe et dont l'attribution me semble tout autre, ce en quoi je suis d'accord avec M. Zeiller, qui l'a décrite primitivement.

En dehors de ces tiges déjà publiées, dans le Trias, ou pour mieux dire dans le grès bigarré de Lorraine et de Franche-Comté, je n'ai eu à ma disposition que deux fossiles, malheureusement en très médiocre état, tous deux recueillis à la partie supérieure du Trias moyen, aux environs de Lunéville, qui me paraissent devoir être rapportés à des tiges aériennes de fougères; encore, pour l'une, est-ce avec quelque doute. J'ai trouvé, en outre, quelques restes rares et en très mauvais état, qui me paraissent provenir de rhizomes, souterrains ou rampants, de plantes de la même classe. Les tiges de fougères fossiles n'ont pu, dans la plupart des cas, être rapportées aux genres soit vivants, soit fossiles, caractérisés par les feuilles, ou mieux encore, quand cela est possible pour les dernières, par leurs fructifications. On a dû, par suite, créer pour elles des genres complètement factices, basés sur des caractères spéciaux à elles, parfois même dus à un simple état de conservation. Il faut bien dire qu'on a quelquefois multiplié, sans raison, ces genres, et qu'il y a quelque anarchie dans cette partie de la nomenclature. Comme je n'ai à traiter que d'un petit nombre de tiges, n'apportant de plus aucun élément bien important pour discuter la valeur de ces différents genres, je m'en tiendrai, pour l'espèce la plus commune, la plus anciennement connue, au nom générique admis par Schimper dans ses derniers grands ouvrages généraux, et les deux espèces nouvelles, je les rapporterai au genre *Caulopteris*, en le prenant dans son sens le plus large. Quant aux restes de rhizomes dont je viens de parler, je les placerai dans le genre *Rhizomopteris* créé par Schimper pour les fossiles de ce groupe; mais, vu leur très mauvais état de conservation, je me bornerai à quelques détails seulement à leur sujet, sans les descriptions complètes et les figures, qu'ils ne comportent pas.

***Sphallopteris* Eichw.**

(*Sphalmopteris* Corda)

C'est à ce genre, créé par Corda, mais sous un nom qui comportait une erreur d'orthographe, corrigée depuis par Eichwald,

que Schimper a finalement attribué l'espèce, nommée d'abord par lui et son collaborateur A. Mougeot *Cottæa Mougeoti*, le genre *Cottæa*, créé par Gœppert, lui semblant synonyme de celui de Corda.

26. **Sph. Mougeoti** Sch. et Moug. sp. Pl. X, fig. 1 et 2.

Anomopteris Mougeoti Brongn., *Hist. des végétaux foss.*, p. 261, pl. XXX. 1832 ou 1833.

Cottæa Mougeoti Sch. et Moug., *Monogr. des plantes foss. du grès bigarré des Vosges*, p. 69, pl. XXXIII. 1844.

Sphalmopteris Mougeoti Corda, *Beitr. z. Flora d. Vorw.*, p. 76. 1845.

Sphallopteris Mougeoti Sch., *Tr. de Pal. vég.*, I, p. 700. 1869.

Cette tige de fougère a été décrite, pour la première fois, par Brongniart, qui l'avait rapportée à l'*Anomopteris Mougeoti*. Schimper et A. Mougeot, tout en considérant la réunion de ces deux fossiles comme admissible, déclaraient qu'elle était à tout le moins douteuse, ce qui les conduisit à faire, provisoirement au moins, de la tige une espèce spéciale qu'ils attribuèrent, ainsi que je viens de le dire, au genre *Cottæa*. Dans son *Traité de paléontologie*, Schimper, en transportant l'espèce dans un autre genre qui lui paraissait avoir le droit de priorité⁽¹⁾, revient presque complètement à l'opinion de Brongniart, tout en admettant, avec raison, qu'on ne peut rien affirmer; depuis la publication de l'ouvrage de Schimper, celle aussi de la *Palæophytologie*, où il exprime une manière de voir analogue, la réunion faite par Brongniart est devenue de plus en plus probable. Non seulement les dimensions des frondes et celles des tiges, ainsi que des cicatrices de leur surface sont en parfait accord; non seulement on trouve les unes et les autres dans les mêmes couches, mais on connaît, imparfaitement, il est vrai, suffisamment toutefois pour voir qu'il s'agit de tout autre chose que du *Sphallopteris Mougeoti*, les tiges de *Neuropteridium*, les fougères qui, avec les *Anomopteris*, sont les plus communes dans le grès bigarré. Schimper et A. Mougeot avaient déjà publié et figuré un pied entier de *N. elegans*; M. Blankenhorn a eu l'heureuse fortune de pouvoir en donner un plus complet encore de *N. intermedium*. On connaît aussi la souche de *P. Sulziana*, espèce d'ailleurs rare, non rencontrée jusqu'ici sur le versant occidental des Vosges.

1. I, p. 700.

Par contre, il semble qu'il faille définitivement rayer de la liste des fougères tous les *Caulopteris* de Schimper et A. Mougeot. Le *Cottæa* ou *Sphallopteris Mougeoti*, décrit et figuré d'abord sur un unique échantillon alsacien, a été rencontré depuis sur le versant occidental des Vosges, rarement il est vrai, mais en trois localités différentes, toujours dans les couches renfermant l'*Anomopteris*; en définitive, parmi les tiges appartenant certainement à des fougères, c'est la plus répandue et elle se trouve seulement au voisinage de l'*Anomopteris Mougeoti*; elle n'est point la tige des *Neuropteridium*, qui ont également une large distribution; il y a là de très grandes présomptions en faveur de la manière de voir de Brongniart; il est clair toutefois que l'heureuse découverte d'une plante entière pourrait seule trancher définitivement la question.

Bien que Schimper et A. Mougeot aient donné une très bonne figure de leur *Cottæa Mougeoti*, je crois utile, l'espèce n'ayant pas été représentée depuis cette unique figure, de donner la phototypie d'un échantillon trouvé par M. Ch. Cardot, dans la Haute-Saône, et communiqué par M. Petittclerc, le plus beau qui ait été rencontré sur le versant occidental des Vosges. Il a été étudié d'abord et déterminé par M. R. Zeiller; il ajoute à ce que nous savons déjà de l'espèce. Alors que l'échantillon figuré par Schimper et A. Mougeot présentait le sommet de la tige et qu'il lui manquait la portion inférieure, contrairement à ce que supposaient ces auteurs, celui-ci nous donne la base de l'organe très complète, tandis que le sommet manque. On constate ainsi que la tige s'amincissait vers la base, qui finalement était assez exiguë, rappelant, en cela, des fougères actuelles ayant le genre de vie qu'on suppose à l'espèce éteinte, ainsi les osmondes. Schimper et A. Mougeot avaient émis, avec un doute fort légitime, on le voit, l'opinion que les écailles avoisinant ce qu'ils croyaient, sur leur échantillon, être la base de la tige étaient abortives; les écailles réellement basilaires sont de dimensions réduites, ce qui est naturel. Mais, à en juger par l'aplatissement de leur sommet, elles ont dû porter une petite fronde.

Peut-être un échantillon recueilli à Merviller (Meurthe-et-Moselle) par Bleicher ajoute-t-il également à nos connaissances; aussi, malgré son imperfection résultant surtout de ce qu'il s'agit seulement d'un très petit fragment, j'en donne une figure (pl. X,

fig. 2). On voit très bien qu'on est en présence d'une portion de rhizome écailleux qui n'est pas sans présenter beaucoup d'analogie avec quelques parties de la surface d'un *S. Mougeoti*, de la collection Mougeot, à écailles particulièrement petites. Il y a en outre de nombreuses racines simples, très étroitement rapprochées les unes des autres : elles ne dépassent pas 1 centimètre de longueur ; mais il est visible qu'on n'en voit pas l'extrémité, qu'une partie de l'organe, peut-être la plus grande, s'est fondue dans la roche. Il me paraît qu'il y a là un fragment de *S. Mougeoti* jeune ; il reste certainement quelque incertitude, à cause de la faible étendue de ce qui a été conservé de la tige ou rhizome, en dessus du point d'insertion des racines. L'échantillon, malgré ses imperfections, m'a semblé assez intéressant pour n'être pas négligé.

Lorsque Schimper et A. Mougeot ont publié leur ouvrage, ils ne connaissaient, en dehors de l'échantillon de Heiligenberg (Alsace), qui avait servi à leur description et à leur figure, après avoir été, semble-t-il, entre les mains de Brongniart, qu'un autre exemplaire trouvé à Cirey et encore n'en avaient-ils qu'un croquis. C'est sans doute celui qui fait actuellement partie de la collection Mougeot ; il est très médiocre ; les autres cités ci-dessus sont beaucoup meilleurs.

Grès bigarré. Meurthe-et-Moselle : Cirey. [Coll. Mougeot.] — Vosges : Fontenoy. [Coll. Mougeot.] — Haute-Saône : carrières de Saint-Germain, près Lure (*Ch. Cardot*). [Sa collection et celle de M. Petitclerc.] A. R.

Caulopteris

Ainsi que je l'ai dit plus haut, je place dans ce genre, entendu en son sens le plus large, c'est-à-dire comme s'appliquant à toutes les tiges de fougères que des caractères bien définis n'amènent pas à placer dans des coupes génériques distinctes, deux fossiles trouvés l'un et l'autre à la partie supérieure du Trias moyen, aux environs de Lunéville ; l'un et l'autre sont malheureusement très imparfaits, à ce point que, si le premier appartient certainement à la tige d'une fougère probablement arborescente, sur laquelle il ne fournit d'ailleurs que des renseignements incomplets, le second est même, pour partie des échantillons, d'attribution douteuse. Je commencerai par la description du premier.

27. *C. conchyliensis* n. sp. Pl. XI, fig. 1, entre *a* et *b*.

Truncus arboreus, sat crassus, plus quam 8 cent. diametro metiens; foliorum cicatricibus spiraliter dispositis, magnis ellipticis, valde elongatis, longitudine 50 mill. latitudine 7-9 mill. metientibus, haud contiguus, interstitiis 4-8 mill. metientibus, leniter et irregulariter sulcatis.

Cette espèce se trouve sur une plaque recueillie à Sainte-Anne, par Lebrun, conservée aujourd'hui dans les collections de la faculté des sciences de Nancy. Sur celle-ci on observe, au milieu de nombreux débris végétaux, les uns déterminables, les autres ne pouvant servir à aucune étude, une grande empreinte avec matière organique en partie conservée et des insertions de feuilles très nettes. Elle a été fournie par une tige de fortes ou, à tout le moins, d'assez fortes dimensions, puisque, ne présentant qu'un fragment en hauteur, elle n'offre pas non plus les bords latéraux de l'organe, d'un côté au moins, car sur l'autre la ligne qui la limite est assez régulière pour qu'il soit possible qu'elle corresponde au bord de l'organe; cependant, ce fragment si incomplet mesure 125 millimètres en hauteur et 80 en largeur. Les cicatrices foliaires ne présentent malheureusement pas la trace des faisceaux vasculaires qui pénétraient dans la feuille.

En présence de cet état fort imparfait du fossile, j'avais d'abord eu l'intention de me borner à le signaler et à le décrire très sommairement, sans le figurer ni lui imposer un nom. Après plus ample examen, il m'a semblé préférable d'agir autrement, les caractères que l'empreinte peut fournir étant, si peu nombreux soient-ils, très précis, permettant d'une part une attribution de classe que je crois certaine, d'autre part, de le reconnaître le jour où, soit dans la même localité, soit dans une autre, on trouverait un échantillon semblable, dans le même état ou meilleur.

Comme il a été dit dans la diagnose latine, indépendamment de ses fortes dimensions, cette tige présente des cicatrices foliaires disposées en spirale; celles-ci sont elliptiques, grandes et surtout remarquablement allongées relativement à leur largeur; elles présentent de notables intervalles entre elles et, sur les parties de la tige qui en sont dépourvues, on voit des sillons plus ou moins accusés, parfois faiblement, qui paraissent être les empreintes de nombreuses racines adventives.

La matière organique encore assez abondante sur l'empreinte,

traitée par les réactifs oxydants, acide azotique et chlorate de potasse, n'a donné aucun fragment de tissu, mais seulement, et assez mal conservés, des éléments cellulaires isolés qui d'ailleurs se retrouvent chez les fougères, cellules de parenchyme cortical et fragments de fibres ayant pu appartenir au prosenchyme des gaines vasculaires; le tout, sous réserves, vu le médiocre état de conservation.

Il est évidemment impossible, sur un échantillon aussi imparfait, d'établir aucune relation avec les fougères vivantes, alors que cela est souvent si difficile pour des fossiles en très bon état; je me bornerai à faire remarquer que les cicatrices très allongées si caractéristiques du fossile trouvent, jusqu'à un certain point, leurs analogues chez les *Cyathea* et les *Alsophila*⁽¹⁾; quoique, même chez ces genres, l'ellipse présente un petit axe beaucoup plus développé par rapport au grand axe.

Dans tous les cas, même en s'en tenant aux caractères que l'état de conservation du fossile permet de constater, on peut affirmer qu'il s'agit d'une espèce non encore décrite soit dans le Trias, soit dans un autre terrain; il y a donc lieu de lui imposer un nom: celui que j'ai choisi fait allusion à sa présence dans le muschelkalk.

Partie supérieure du Trias moyen. Meurthe-et-Moselle: Sainte-Anne, près de Lunéville (*Lebrun*). [Coll. de la faculté des sciences de Nancy.] R. R. R.

28. *C. parvisigillatus* n. sp. Pl. X, fig. 3.

Petoli spiraliter dispositi, sat parvi, sectione elliptici? approximati sed non contigui; fascia vasculari, crassiuscula subhippocrepoidea, luteribus incrassatis obtusis, leniter incurvis, fere contiguis.

Parmi les échantillons recueillis à Chauffontaine par Lebrun se trouve un fragment de tige de fougère malheureusement très petit, puisqu'il ne dépasse pas 38 millimètres dans sa plus grande dimension; il s'agit seulement d'une empreinte avec les moules de faisceaux vasculaires détachés de la stèle centrale et traversant le parenchyme cortical, pour se rendre dans les feuilles, et sur une très faible longueur de ceux-ci. Lebrun, à raison des faibles dimensions de ce qu'il considérait comme des cicatrices foliaires, comme de la ressemblance qu'il offrait sous ce rapport, à raison

1. Voir notamment les figures 4 et 5 de la planche LIII du *Traité de paléontologie* de Schimper représentant les cicatrices foliaires de deux espèces vivantes appartenant à chacun de ces genres.

de la disposition de l'écartement de ces cicatrices, avec ce qu'on observe chez le *Caulopteris micropeltis* de Schimper et Mougeot, l'avait rapporté à cette espèce. Mais la ressemblance est purement superficielle; il s'agit, en réalité, de tout autre chose. Alors que l'espèce trouvée par Schimper et A. Mougeot, dans le grès bigarré, est certainement, comme les autres *Caulopteris*, de même provenance, décrits par eux, à exclure des fougères, on le verra plus loin, le fossile de Chauffontaine appartient certainement à cette classe; le faisceau foliaire complètement distinct de celui des espèces dont je viens de parler a bien la forme de ceux des fougères; parmi les espèces vivantes mêmes, il trouve ses analogues chez les osmondes et plus encore chez les *Todea*; seulement, il ne s'agit pas de l'empreinte de la surface externe de la tige, mais bien de celle d'un fragment d'écorce, en dessous de la surface, traversée par les faisceaux foliaires détachés de la stèle centrale et noyés dans un parenchyme uniforme. Que des tiges de fougères, probablement mortes sur pied, puissent se présenter ainsi à la fossilisation, nous en avons la preuve dans un échantillon malheureusement non déterminé de fougère arborescente provenant du Natal et conservé dans les collections de l'École nationale forestière. Toute la partie externe de la tige ayant été détruite, il ne reste plus que la stèle centrale avec les bases des faisceaux foliaires qui s'en détachent, faisant une légère saillie au-dessus du parenchyme qui les enveloppe; c'est exactement l'état du fossile.

Les faisceaux sont remarquables, non seulement par leurs faibles dimensions, 3 millimètres à 3^{mm},50 de largeur et 4 millimètres à 4^{mm},50 de hauteur, mais par l'épaisseur relativement très forte de leurs branches et le grand rapprochement de celles-ci; c'est cet ensemble de caractères qui amène à faire les rapprochements, signalés plus haut, avec ce qu'on observe chez des fougères vivantes; ces cicatrices sont disposées en spirales et rapprochées, 7 à 8 millimètres de milieu en milieu, soit dans la même rangée, soit entre deux rangées voisines. Sous ce rapport, il y a aussi de l'analogie avec les *Todea*; sur une tige de ce genre conservée au Muséum, je trouve seulement 4 à 5 millimètres⁽¹⁾, mais les faisceaux sont également plus petits.

Si je signale ces rapprochements, c'est en ne leur accordant pas

1. C'est également ce qu'on observe chez l'*Osmunda regalis*.

plus d'importance qu'ils n'en ont, quand il s'agit d'un fossile aussi imparfait ; mais il me semble bon de ne pas les passer sous silence, alors qu'on trouve dans le même terrain des frondes qui, par suite d'études faites sur des échantillons fructifiés, paraissent appartenir au même type.

En dehors de l'échantillon qui vient d'être étudié, j'en ai vu un autre de même provenance, appartenant à M. Briquel, de Lunéville : il est moins bon ; cependant, une des cicatrices présente un faisceau conservé identique à ce qu'on observe sur l'échantillon de Lebrun ; la forme et la dimension des traces laissées par les autres étant aussi identiques, la détermination ne laisse pas de doute.

Sur deux morceaux de roche du même horizon recueillis près de la gare de Blainville par Bleicher, au milieu de beaucoup d'autres débris végétaux, on voit deux petits fragments d'empreintes d'un organe axile avec cicatrices régulièrement disposées qui, par la taille et la forme, ressemblent complètement à ce qu'on observe sur les deux échantillons précédents ; aussi me semblent-ils appartenir à la même espèce, mais il y a un peu d'incertitude, parce qu'ici le faisceau n'a pas laissé de traces.

Partie supérieure du Trias moyen. Meurthe-et-Moselle : Chauffontaine (coll. Faculté des sciences ; *Lebrun*, coll. Briquel) ; gare de Blainville (*Bleicher*) ? [coll. Faculté des sciences]. A. R.

Rhizomopteris Schimp.

Ce genre a été créé par Schimper pour des tiges de fougères rampant à la surface du sol ou à son intérieur. C'est à lui que me semble devoir se rapporter un fragment d'organe axile fortement noueux, ayant 35 millimètres de longueur et 5 millimètres de diamètre, trouvé par Lebrun à Sainte-Anne ; il est trop médiocre pour être nommé et décrit, je le signale cependant parce qu'il me paraît dénoter sûrement la présence, dans la flore de la partie supérieure du Trias moyen, aux environs de Lunéville, d'une fougère de petite taille à rhizome rampant.

Équisétinées

Cette classe a été indiquée, dans le Trias du pied des Vosges, dès qu'on a commencé à s'occuper de la flore du grès bigarré,

car une espèce paraissant appartenir aux *Equisetum*, seul genre encore vivant de ce groupe, est sans conteste le fossile végétal, on peut même dire d'une façon absolue le fossile le plus commun dans les couches qui lui appartiennent. Ce genre est également commun dans les strates fossilifères du Trias moyen, c'est-à-dire que c'est surtout à sa partie supérieure qu'on le rencontre. On l'a trouvé aussi dans le Keuper ou Trias supérieur. Un autre genre, les *Schizoneura*, a laissé également de ses traces dans le Trias lorrain ; mais celles-ci donnent, le plus souvent, prise au doute et j'aurai à les discuter.

Dans le grès bigarré de Lorraine et de Franche-Comté, on n'a jusqu'à présent rencontré que des moules, soit internes, soit externes, de tiges, des empreintes plus ou moins fragmentées de celles-ci, très rarement des racines. Dans le muschelkalk, ce sont plutôt les empreintes de tiges, de feuilles qui prédominent ; quelquefois aussi, mais très rarement, on trouve les organes de fructification ; si les empreintes sont fréquentes, elles sont le plus souvent très fragmentées, en assez mauvais état, apprenant peu de chose sur la structure des végétaux dont elles proviennent, laissant même parfois prise à des doutes sur la détermination, non de classe, mais d'espèce ou même de genre.

Equisetum

Ce genre vivant, qui a peut-être existé dans le houiller (Westphalien et Stéphanien) [1], mais qui, dans tous les cas, n'y a joué qu'un rôle complètement secondaire, se montre, au contraire, d'une façon certaine et en abondance dans le Trias ; il y a joué un rôle important. Il n'y a aucun doute en ce qui concerne l'*E. arenaceum* de la partie supérieure du Trias moyen et du Keuper, dont on a trouvé tous les organes ; il n'en saurait guère exister non plus pour l'*E. Mougeoti* du grès bigarré, à un niveau inférieur, bien que nous soyons moins complètement renseignés sur lui ; la structure de la tige, le seul organe bien connu, présentait avec celle des prêles actuelles une entière ressemblance. On verra, par quelques détails ajoutés à ce que nous connaissons déjà de l'espèce, les confirmations apportées à l'opinion à peu près générale des paléobotanistes au sujet de cette plante.

1. Voir ZEILLER, *Éléments de paléobotanique*, p. 145.

29. *Equisetum Mougeoti* Brongn. sp. Pl. XI, fig. 2 ; pl. XII, fig. 1 et 1^a ; pl. XV, fig. 1.

Calamites arenaceus minor Jæger, *Die Pflanzenversteinerungen welche in dem Buntsandstein vorkommen*. Stuttgart. 1827. Tab. II, fig. 5 ; tab. III, fig. 1-5 (cæt. excl.).

Id., Brongn., *Ann. Sc. nat.*, XV, p. 437-438. 1828.

Calamites arenaceus Mougeoti et *remotus* Brongn., *Histoire des végétaux fossiles*, p. 137, tab. XXV, fig. 4 et 5 ; p. 138 et 139, pl. XXV, fig. 1 et 2 ; pl. XXVI, fig. 3-5. 1828-1829.

Calamites Mougeoti et *arenaceus* Schimper et A. Mougeot, *Monogr. des Pl. foss. du grès bigarré*, p. 57-59, pl. XXVIII et XXIX. 1844.

Calamites Schimper Ettingsh., « Calam. foss. », in *Haidinger Naturw. Abhandl.*, IV, p. 75, et *Calamites arenaceus*, *id.*, *ibid.* 1851.

Equisetum Mougeoti Schimp., *Traité de paléontologie végétale*, I, p. 272, pl. XII et XIII. 1869.

Cette espèce avait été placée d'abord dans les calamites, parce qu'elle était connue exclusivement par des moules intérieurs des différentes parties de la tige et des rameaux, moules calamitoïdes. C'est avec raison, semble-t-il, que Schimper l'a placée parmi les *Equisetum* ; d'après tout ce qu'on connaît de sa structure, elle présente la plus grande analogie avec les espèces vivantes du genre ; elle se rattache aussi très étroitement aux grandes espèces, appartenant incontestablement à ce genre, qu'on trouve dans le Keuper et l'Oolithe inférieure.

Je l'ai rencontrée dans toutes les collections de fossiles du grès bigarré qu'il m'a été donné d'examiner, et je l'ai trouvée aussi dans toutes les carrières que j'ai visitées ; de très bons échantillons aussi m'ont été remis par MM. Vélin, de Rambervillers, et Minier, ingénieur principal des mines de Ronchamp. Malgré les grandes ressources que j'ai eues à ma disposition, j'ai cependant peu de chose à ajouter à ce qu'on connaît déjà de l'espèce, parce que, si elle est très commune, elle est représentée presque exclusivement par des fragments de tige ; j'ai cependant reçu en communication de M. l'abbé Boulay un bel échantillon de racines ; j'en ai moi-même trouvé un beaucoup moins bon ; mais, pas plus que mes prédécesseurs, je n'ai trouvé de gaines ou d'organes de fructification. Je n'ai pas rencontré non plus les tubercules que Schimper lui a rapportés, avec doute, ni aucune autre forme de tubercules, ce qui donnerait à penser que ces organes n'étaient pas abondants chez l'espèce, leur absence ou à tout le moins leur

extrême rareté ne tenant pas à ce que ce sont des organes souterrains, puisqu'on a trouvé à diverses reprises des bases de tige, des rhizomes même ramifiés et des racines.

Les gaines de l'*E. Mougeoti* n'ont été observées nulle part, malgré la grande fréquence de l'espèce dans le grès bigarré, dans tous les endroits où on trouve les régions moyenne et supérieure de celui-ci, à moins qu'il ne faille lui réunir, comme Schimper incline un peu à le faire, l'*E. Brongniarti*, connu seulement par deux échantillons de Soultz-les-Bains sur une roche à grain très fin, mieux susceptible que le grès de conserver des organes foliaires.

Il est bon de faire observer qu'on ne trouve pas seulement des empreintes ou des moules entiers, mais fréquemment aussi les empreintes de fragments plus ou moins longs et larges du cylindre intérieur renfermant les faisceaux vasculaires, ceux-ci pouvant s'être rapprochés probablement par suite de la dessiccation du lambeau en question et l'ensemble de l'empreinte simuler, comme l'a fait justement remarquer M. Blankenhorn, un fragment de feuille à nervation parallèle. Comme il peut y avoir là une cause d'erreur, il me semble utile de figurer (pl. XI, fig. 2) un échantillon de la collection Mougeot sur lequel se trouvent deux de ces fragments, qui pourraient d'autant mieux induire en erreur qu'ils sont plus étroits; l'un d'eux, par une portion d'articulation, montre bien sa vraie nature.

Quelques très beaux échantillons confirment les descriptions et les figures de Schimper; c'est ainsi que, parmi ceux de Ronchamp, un présente l'extrémité inférieure d'une tige avec ses articulations courtes et de forme brièvement conique, telle que celle de la figure 3, planche XXIX, de la *Monographie* de Schimper et Mougeot, mais avec un diamètre supérieur, puisqu'il est de 78 millimètres à la partie supérieure. C'est ainsi également qu'un échantillon de même provenance ressemble à la figure 4, planche XIII, d'après un échantillon communiqué à Schimper par M. l'abbé Boulay, et provenant non de Saint-Dié, comme il est dit par erreur dans l'explication de la planche, mais de Rambervillers. La surface de l'écorce est rugueuse, comme cela s'observe aussi chez l'échantillon figuré, probablement par suite d'un dépôt formé à sa surface, quoique quelquefois les rides transversales présentent une assez grande régularité.

Un échantillon de Rambervillers, donné par M. Vélin, se compose d'une seule articulation, appartenant à la partie supérieure de la tige ; il mesure 32 centimètres de longueur, dépassant de 2 centimètres la plus longue donnée par Schimper. Deux échantillons de même provenance montrent que les larges plis de dessiccation observés par Schimper et Mougeot sur des moules de la tige avec écorce, et qui leur avaient d'abord paru constituer le caractère d'une espèce distincte, se reproduisent sur le moule intérieur, comme on pouvait s'y attendre, mais en étant moins marqués.

L'échantillon figuré (pl. XV, fig. 1) présente un gros rameau se détachant à une articulation de la partie inférieure d'une tige, comme cela se voit sur celui d'abord figuré par Schimper et Mougeot (fig. 1, pl. XXVIII) et reproduit par Schimper (pl. XII, fig. 2) dans son *Traité de paléontologie* ; je le figure parce qu'il est plus beau que ce dernier, montre une base d'insertion un peu plus large et, surtout, est assez fortement redressé, au lieu d'être franchement divariqué comme celui de Schimper et Mougeot, ce qui prouve qu'il y avait, sous ce rapport, d'assez grandes variations chez l'espèce, car il est certain que le rameau est bien en place sur l'échantillon de Merviller, et il ne semble pas non plus avoir subi de déplacement sur celui de Soultz-les-Bains.

Un échantillon me semble encore digne de mention spéciale ; il appartient au musée d'Épinal et provient de Heucheloup, commune de Hagécourt, canton de Dompierre (Vosges). C'est le plus long fragment de tige que j'aie eu entre les mains, et sans doute un des plus longs qui aient été rencontrés. Il mesure 80 centimètres de longueur ; la base, sur une longueur de 123 millimètres, est fragmentée, mais il semble que les articles, sans qu'on puisse bien les compter, aient été courts, ce qui prouve que cette portion de l'échantillon est très près de la base réelle de la tige ; chez la première articulation, bien nette, le diamètre est d'environ 70 millimètres ; viennent ensuite deux articles mesurant en longueur respectivement 160 et 218 millimètres. Ce dernier présente un diamètre de 65 millimètres ; le dernier article n'est pas complet, ce qui en reste mesure 260 millimètres de longueur ; il est en partie fendu en long, montrant très bien comment, ainsi qu'il a été dit plus haut, ces gros *Equisetum* pouvaient donner naissance à des lames simulant des feuilles rubanées à nervation

parallèle. La surface de ce morceau de tige montre très nettement les fines côtes qui la caractérisent ; mais, en outre, il présente quelques gros plis, plus ou moins marqués, montrant que la plante avait subi un commencement de dessiccation avant sa fossilisation.

Mais, parmi les échantillons que j'ai étudiés, le plus intéressant est celui qui m'a été communiqué par M. l'abbé Boulay ; il provient des grandes carrières de Rambervillers et porte de nombreuses racines. Schimper avait déjà représenté un échantillon semblable (fig. 2, pl. XIII) de son *Traité de paléontologie*, mais sans en rien dire dans le texte ; il semble, en effet, que les empreintes n'aient pas été très bonnes et qu'elles étaient sur du grès ; celles de M. l'abbé Boulay sont, au contraire, très bonnes, sur une roche un peu schisteuse à grain très fin, en sorte qu'elles permettent une comparaison avec les organes similaires des *Equisetum* actuels, ce que je vais faire, après avoir décrit l'échantillon qui, par la disposition des racines, semble indiquer, d'une façon très nette, une végétation en place.

Il présente une longueur de 175 millimètres, une largeur maximum de 100 millimètres et une épaisseur également maximum de 22 millimètres. C'est un psammite à grain très fin, avec prédominance de ciment argileux et de quartz impalpable, de couleur grise ; les racines sont très nombreuses ; tantôt, et le plus rarement, elles ont laissé seulement une empreinte ; plus habituellement on les trouve elles-mêmes minéralisées et plus ou moins écrasées, présentant encore leur surface en parfait état de conservation ; elles tranchent alors en brun clair sur la couleur fondamentale de la roche, celle-ci étant, comme je viens de le dire, légèrement schisteuse ; les racines se voient très bien et sur d'assez grandes longueurs, parfois à la surface de l'échantillon (pl. XII, fig. 1), mais on en trouve dans toute son épaisseur et on en voit encore, quoique en moindre nombre, à la face inférieure ; elles s'y trouvent à l'exclusion de tout autre reste végétal. Toutes ces racines sont bien étalées dans les lits de la roche ou les traversant, mais sans être réunies en paquets, sans paraître dérangées jamais de leur position normale ; les plus ténues sont bien étalées, non courbées ni pelotonnées ; en un mot, elles donnent tout à fait l'impression d'organes en place, conservés dans le limon où elles ont crû, comme d'ailleurs celles

représentées par Schimper. Elles sont, comme celles-ci, ramifiées, mais les racines de second ordre sont assez espacées et présentent rarement des radicelles de troisième ordre ; les ramifications se détachent quelquefois normalement, ainsi en *a* (fig. 1^r), mais elles peuvent aussi, comme en *b*, *b'*, présenter d'autres angles, généralement toutefois très ouverts ; les plus grosses racines ont 4 à 5 millimètres de diamètre ; elles sont ainsi un peu moins fortes que la portion la plus grosse de celles représentées par Schimper, qui mesurent 5 à 6 millimètres, mais ces dernières montrent bien évidemment leur base d'insertion sur les rhizomes, tandis que, pour l'échantillon de Rambervillers, aucune racine ne paraît la présenter, sans que, d'ailleurs, elles semblent, à leur extrémité la plus forte, en être bien loin. Les ramifications les plus fines, évidemment vers leur extrémité, atteignent à peine 1 demi-millimètre.

Les grandes espèces américaines du genre *Equisetum* : *E. giganteum* L., *E. robustum* Al. Br., d'après les échantillons contenus dans l'herbier du Muséum, ne présentent pas de racines aussi fortes que celles de l'*E. Mougeoti*, ce qui n'a rien de surprenant, puisque, tout en étant les plus grandes du monde actuel, elles sont encore bien loin d'atteindre les dimensions de l'espèce triasique ; mais, par leur rapport de grosseur, par leur forme, elles appuient et ne contredisent en rien l'attribution des racines qui nous occupent aux *Equisetum*. Elles la vérifient même complètement par un caractère plus important que ceux qui viennent d'être donnés, à savoir l'aspect de la surface épidermique des racines. Un élément de comparaison, plus précieux encore, m'a été fourni, pour cette partie de mon étude, par des racines exceptionnellement fortes d'*E. ramosissimum* trouvées au bord du canal de Craponne par Duval-Jouve. Décrites par lui dans son ouvrage sur les *Equisetum* de France (1), elles sont conservées dans l'herbier de l'institut botanique à l'université de Montpellier. Ce précieux échantillon m'a été libéralement communiqué par M. Flahault, auquel j'adresse mes bien vifs remerciements.

Ces racines présentent un diamètre maximum de 4 millimètres, assez peu différent, on le voit, de celui des racines fossiles ; la sur-

1. *Histoire naturelle des Equisetum de France*. Paris, 1864, p. 5 et 205.

face de l'épiderme, comme chez toutes les espèces du genre, mais ce caractère peut ici s'étudier plus aisément à cause des dimensions de l'organe, présente de très fines stries, bien visibles cependant avec une bonne loupe. J'en ai compté cinquante-trois sur une largeur de $3^{\text{mm}},250$, ce qui leur donne une largeur de $0^{\text{mm}},061$; la dépression de la strie n'est pas, d'ailleurs, continue : elle présente des barres transversales, de telle sorte qu'à un plus fort grossissement, la surface semble chagrinée. Or les racines fossiles présentent exactement ce caractère ; sur une des plus grosses, j'ai compté seulement vingt-cinq striés sur une largeur de 3 millimètres, ce qui constitue des stries plus fortes, puisqu'elles auraient $0^{\text{mm}},12$; mais cela peut tenir, en partie, à la difficulté que présente le comptage des stries sur un échantillon un peu imparfait, car sur une autre racine plus petite, mais sur laquelle ces stries étaient admirablement conservées, j'en ai compté vingt-trois sur 1 millimètre et demi ; ce qui donne une largeur moyenne de $0^{\text{mm}},065$ fort analogue à celle trouvée sur les racines de l'espèce vivante. Comme pour elles aussi, la surface est par suite chagrinée quand on la voit à un plus fort grossissement, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur la figure 1^a, prise à un grossissement de 3 environ.

De cette identité, à tous égards, entre le fossile et les racines des *Equisetum* vivants, il résulte que l'attribution du premier à des racines de ce genre me semble certaine et, bien qu'elles n'aient point été trouvées adhérentes à des rhizomes d'*E. Mougeoti*, l'attribution spécifique ne me semble pas plus douteuse, puisque ce dernier est l'espèce de beaucoup la plus commune, peut-être la seule du genre dans le grès bigarré ; les dimensions de ces racines s'accordent d'ailleurs bien avec celles des tiges.

En dehors de ces beaux échantillons de M. l'abbé Boulay, j'ai eu occasion d'en voir aussi des fragments moins beaux, mais d'attribution certaine, provenant de Merviller-Vacqueville. La comparaison avec les échantillons précédents ne laisse aucun doute sur la légitimité de la détermination.

L'*E. Mougeoti* constitue, on l'a fait remarquer avec raison, le fossile végétal le plus commun dans le grès bigarré ; dans tous les endroits où cette roche existe, au pied occidental des Vosges, abstraction faite, bien entendu, de sa base (grès vosgien) non fossilifère, on le rencontre généralement en abondance. La liste

suivante le montrera, en même temps qu'elle fera connaître les nombreuses collections dans lesquelles on peut trouver des échantillons de l'espèce; mais il ne faut pas oublier qu'elle donnerait une idée fausse de la distribution de l'espèce si on ne se rappelait qu'en dehors des localités qu'elle renferme, on peut trouver ce grand *Equisetum* dans une quantité d'autres, partout à vrai dire; car je ne crois pas qu'on puisse ouvrir dans le grès bigarré une carrière, même de dimensions réduites, sans avoir chance d'en mettre des échantillons à découvert.

Partie supérieure du Trias inférieur et couches inférieures du Trias moyen (grès bigarré). Alsace-Lorraine (ancienne Moselle et ancienne Meurthe): Saint-Avold (*), Helling, près Hombourg-Haut (abbé *Friren*); Arschwiler, Julishof, près de Hargarten [coll. de l'institut géologique de Strasbourg]; Phalsbourg [coll. Soc. industr. de Mulhouse]. — Meurthe-et-Moselle: Merviller-Vacqueville [coll. Fac. sciences]; Pexonne [*ibid.*]; Cirey (*Chevandier*) [coll. du Muséum]; Badonviller [coll. Mougeot]; Parux (*Beaugé*) [coll. Fac. sciences]; Bréménil [coll. Fac. sciences]. — Vosges: Rambervillers (*M. Vélín*) [coll. Éc. for.]; Rambervillers, grandes carrières [coll. abbé *Boulay*]; Rambervillers, Metendal [coll. Mougeot]; Haut-d'Étival [coll. Mougeot]; Ruauux [Éc. sup. des mines, musée d'Épinal, coll. Puton, coll. Faculté des sciences de Nancy, coll. de la Sorbonne]; Saint-Amé [musée municipal de Dijon]; canal de Bouzey [musée d'Épinal]; Chaumouzey [musée d'Épinal et coll. *Kampmann*]; Bains [musée d'Épinal]; environs d'Épinal [musée d'Épinal et coll. Mougeot]; Fontenoy [musée d'Épinal, coll. Mougeot et coll. de la Sorbonne]; Isches [musée d'Épinal]; Plombières [coll. Muséum]; Bellefontaine [coll. Muséum et Faculté des sciences de Nancy]; Sainte-Hélène [coll. Mougeot]; Heucheloup, commune de Hagécourt, canton de Dompierre [musée d'Épinal]; Deuilly, près Lamarche; La Héronnière [coll. de la Sorbonne]; Grandvillers [coll. Mougeot]. — Haute-Saône: Saint-Germain, près Lure [coll. *Petitclerc*]; verrerie de la Rochère [coll. de la Faculté des sciences de Besançon]; forges de Semouze [coll. de la Faculté des sciences de Besançon]; Clairegoutte, près de Ronchamp [coll. des charbonnages de Ronchamp]; *Minier* [coll. Éc. for.]. — Territoire de Belfort: environs de Belfort [musée de Belfort]. — Jura: chemin des grottes, à Moisey [coll. Fac. sc. de Besançon].

30. *Equisetum arenaceum* (Jæg.) Bronn.

Equisetites Bronnii Jæger, *Pflanzenverst.*, pl. IV, fig. 5-9. 1827.

Calamites major et *minor* Jæger, *Pflanzenverst.*, tab. I-V. 1827.

Equisetum columnare Brongn. (*ex parte*), *Hist. des végét. foss.*, p. 115, pl. XIII, fig. 5. 1828.

1. Signalé dans *Statistique géologique de la Moselle*, par JACQUOT, TERQUEM et BARRÉ.

Equisetum arenaceum Bronn, *Jahrb. d. Mineral.* 1829.

Calamites arenaceus Brongn., *Hist. des végét. foss.*, p. 138, *pro parte*, pl. XXVI, fig. 3-4-5. 1829.

Equisetites Bronnii Sternb., *Flor. d. Vorw.*, II, p. 46, pl. XXI, fig. 1-5, pl. XXIX, fig. 4 et 5, pl. XXXI, fig. 4 et 6. 1833.

Equisetites Bronnii Ung., *Gen. et Sp.* 1850.

Calamites Jægeri Sternb., *loc. cit.*, II, p. 54; Ung., *loc. cit.*, p. 50. 1833.

Equisetites Schönleinii Sternb., *loc. cit.*, p. 45. 1833.

Equisetites cuspidatus Presl in Sternb., *Fl. d. Vorw.*, II, p. 107, pl. XXXI, fig. 1, 2, 5, 8. 1838.

Equisetites acutus Presl, *loc. cit.*, pl. XXXI, fig. 3. 1838.

Equisetites Sinskeimicus Presl, *loc. cit.*, p. 107, pl. XXX, fig. 2; Ung., *Gen. et Sp. pl. foss.* 1838.

Equisetites areolatus Presl, *loc. cit.*, fig. 3. 1838.

Equisetites arenaceus Schenk, *Beitr. z. Flora d. Keup. und d. rhät. Format.*, p. 9, pl. VII. 1864.

Equisetum arenaceum Heer, *Urwelt d. Schweiz.*, p. 49, fig. 27. 1865.

Equisetum arenaceum Heer, *Flor. foss. Helvetiæ*, p. 74, pl. XXVI, fig. 1-3; pl. XXVII, fig. 1-5; pl. XXVIII. Zurich, 1876.

Cette prêle, la plus grande connue, si caractéristique du muschelkalk supérieur (lettenkohle) et du keuper, a déjà été signalée en France par Schimper à Moyenvic (ancienne Meurthe) et à Corcelles (Haute-Saône). C'est à elle que me paraissent devoir se rapporter la plupart, sinon la totalité, des nombreux restes d'*Equisetum* trouvés aux mêmes horizons dans toute l'étendue de ma circonscription florale. Les morceaux d'écorce, de noyau intérieur, sont quelquefois assez nombreux, à Chauffontaine par exemple, pour mériter à la roche marneuse qui les renferme la comparaison avec le *Schilfsandstein* des environs de Stuttgart, ainsi nommé à raison de ce que ce grès contient en très grande quantité les mêmes restes, rapportés par les ouvriers à des roseaux. Mais si les témoins de la présence d'un *Equisetum* sont abondants, ils sont en général fort médiocres. Cependant, on trouve quelquefois de très bons échantillons, tel celui qui a été récolté dans le keuper de Norroy par M. Jutier et qui appartient aujourd'hui à M. le Dr Puton; c'est une base de tige, en voie de développement, à entre-nœuds très rapprochés, avec portions de gaines ressemblant beaucoup à l'échantillon figuré par Saprota⁽¹⁾; tel encore un fragment notable d'épi sporangifère re-

1. *Paléontologie française. 2^e série : Végétaux. Plantes jurassiques*, I, pl. XXVI, fig. 1.

cueilli par M. Zeiller à Suriauville et conservé dans les collections de l'École supérieure des mines ; d'autres échantillons sont moins beaux, mais de détermination absolument certaine, débris de gaine et fragments importants d'écorce avec les lacérations correspondant à la base des feuilles, de la lettenkohle des environs de Lunéville ; fragment de tige avec portion de gaine de Grozon dans le Jura ; rien dans les échantillons bien déterminables, en dehors de ceux dont il sera question plus loin, ne m'a présenté les caractères d'un autre *Equisetum*, notamment de l'*E. platyodon*, autre grande espèce keupérienne, en sorte que, sans nier qu'ils aient pu fournir quelques-unes des empreintes dont il vient d'être question, il me semble plus probable qu'elles appartiennent à peu près toutes, si ce n'est toutes, à l'*Equisetum arenaceum*. C'est aussi à cette espèce, mais aux rameaux dont elle paraît avoir été pourvue vers le sommet de la tige, que je rapporte de petits diaphragmes rencontrés parfois et une partie d'axe mesurant 15 millimètres de diamètre avec sulcatures fines de noyau intérieur et une articulation, qui a été recueilli aux environs de Vittel par M. Beaupré.

Bien que nous n'ayons pas, pour l'espèce en question, des indices aussi certains que pour l'*E. Mougeoti*, il me semble qu'on peut conclure, de l'extrême abondance des restes trouvés, de la présence, qui semble évidente, de fragments de rhizome, que l'*E. arenaceum* était non seulement très abondant à l'époque où se déposaient les roches qui le renferment, mais que, très probablement il a, pour partie au moins, vécu à l'endroit même où il s'est fossilisé.

Sous les réserves qui viennent d'être formulées, voici les localités où la plante a été trouvée.

Partie supérieure du Trias moyen et Trias supérieur. Alsace-Lorraine (ancienne Meurthe) : Moyenvic (1) [coll. Mougeot] ; Vic [coll. Mougeot]. — Meurthe-et-Moselle : Sainte-Anne et Chauffontaine (*Lebrun*) [coll. de la Faculté des sciences] ; gare de Blainville (*Bleicher*) [coll. de la Faculté des sciences] ; Léomont, aux environs de Lunéville [coll. Briquel]. — Vosges : Mirecourt (*Hogard*) [coll. Faculté des sciences] ; Norroy (*Jutier*) [coll. Puton] ; Vittel

1. Indication de Schimper dans son *Traité de paléontologie* et aussi de Levallois, page 748 du *Mémoire* cité plus haut ; ce dernier donne en outre Kerprich-lès-Dieuze, Mulcey, Maizières. Les collections de l'institut géologique de Strasbourg contiennent seulement un moulage en plâtre de l'espèce, sans doute celui de l'échantillon communiqué par Mougeot à Schimper.

(*Beaupré*); Suriauville, où il est très commun (*Zeiller*) [coll. École sup. des mines]; Crainvillers [coll. Mougeot]. — Haute-Saône : Corcelles⁽¹⁾; Bougey (*A. Laurent et Pirontet*). — Haute-Marne : Rivière des Bas (*Jeannel*) [coll. École sup. des mines]. — Jura : Grozon [musée de Lons-le-Saulnier]; Salins (*A. Laurent et Pirontet*⁽²⁾). C. C.

31. *E. Mytharum* Heer. Pl. VII, fig. 2.

Equisetum Mytharum Heer, *Fl. foss. Helv.*, p. 76, pl. XXIX, fig. 1-14. 1876.

Deux fragments de gaine d'*Equisetum*, recueillis par M. J. Sépulchre à Gemmelaincourt, me semblent appartenir à cette espèce; les feuilles composant la gaine ne sont malheureusement pas complètes; les dents manquent; tout au plus aperçoit-on la base de quelques-unes sur le meilleur; mais, sur l'empreinte très bonne, on voit, pour chacune d'elles, ses côtes latérales se rejoignant sous un angle très aigu, qui, d'après Heer, serait la caractéristique de l'espèce et donne, en effet, à la gaine, un aspect plissé très particulier qu'on constate très bien sur les figures du *Flora fossilis Helvetiæ*, et qu'on retrouve très net sur les empreintes de Gemmelaincourt, chez lesquelles ces côtes sont imprimées en creux; de plus la largeur de chaque feuille est relativement faible, beaucoup moindre que chez l'*E. arenaceum*, 2 millimètres seulement; enfin, il est remarquable de constater que chez l'*E. Mytharum* de Suisse, les gaines sont très habituellement isolées; il paraît en être de même dans le keuper de Lorraine, ce qui semble indiquer que cet organe était très caduc. Cet *Equisetum*, qui est une espèce de grande taille, n'avait été signalé jusqu'à présent, à ma connaissance, qu'aux Mythen, dans le canton de Schwitz en Suisse, où il paraît avoir été assez abondant, au moins dans l'endroit où il a été découvert; il ne paraît pas être commun en Lorraine, mais sa présence n'en est pas moins intéressante. C'est une preuve de plus de la grande uniformité de la flore keupérienne et notamment de la ressemblance entre ce qu'elle est en Allemagne, en Suisse et dans le nord-est de la France.

Keuper. Vosges : Gemmelaincourt (*Sépulchre*) [coll. de l'Ecole supér. des mines].

-
1. Indication de Schimper dans son *Traité de paléontologie*.
 2. Détermination seulement probable.

32. *Equisetum* sp. Pl. XII, fig. 2.

Lebrun a trouvé en plein muschelkalk, vers la base de cette assise, un fragment de gaine d'un grand *Equisetum*, évidemment différent de l'*E. arenaceum*, qui n'a d'ailleurs jamais été signalé à un niveau aussi inférieur; il ne se différencie pas moins de l'*E. platyodon* et constitue certainement une espèce nouvelle, à moins qu'il ne s'agisse de l'*E. Mougeoti*, ce que je discuterai plus loin. Malheureusement, l'échantillon est trop imparfait pour donner lieu à une description complète et par suite à l'établissement d'un nouveau type spécifique ou à la réunion à l'espèce qui vient d'être nommée. L'organe a laissé dans la roche son empreinte et sa contre-empreinte; les dents de la gaine, comme on peut le voir sur la figure, sont très bien conservées; mais la base de l'organe manque; on constate seulement, sur ce qui reste, qu'il dépassait depuis l'extrémité des dents 3 centimètres de longueur; la consistance en était assez molle; la largeur des feuilles, dont les dents constituent les extrémités, est de 4 millimètres, ce qui est supérieur à la largeur même maximum observée chez l'*E. arenaceum*; mais, indépendamment de cette différence, les feuilles ici n'ont point de côte médiane, la ligne de soudure qu'elles présentent entre elles paraît avoir été assez solide pour résister mieux que le reste, comme on le voit à la partie inférieure de la gaine, enfin et surtout les dents sont très différentes de forme de celles de l'*E. arenaceum*, brièvement arrondies, portant un appendice très allongé, de plus de 6 millimètres, car, sur les mieux conservées, on ne voit pas absolument l'extrémité.

Comme je l'ai dit plus haut, ce n'est pas à la partie supérieure du Trias moyen, dans la lettenkohle, que ce fossile a été trouvé et sans que la position en soit indiquée d'une façon suffisamment précise, c'est en plein muschelkalk, à un horizon généralement très pauvre en fossiles végétaux et probablement en se rapprochant de la base de l'assise que l'empreinte qui vient d'être décrite a été trouvée; il me semble, par suite, fort possible qu'elle appartienne à l'*E. Mougeoti* si commun dans le grès bigarré et en particulier dans les assises de cette roche qu'on considère aujourd'hui comme formant la base du Trias moyen. L'espèce aurait continué à vivre alors que les calcaires et les argiles du muschelkalk commençaient à se déposer, pour être remplacée par l'*E. arenaceum* vers la fin de cette formation. Cela donne,

comme on le voit, un certain intérêt au fragment de gaine que je viens de décrire, mais il est évident qu'il y a là une simple supposition que la découverte d'un meilleur échantillon pourra seule confirmer ou infirmer.

Trias moyen. Alsace-Lorraine : entre Lorquin et Héming (*Lebrun*) [coll. de la Faculté des sciences].

Schizoneura

Ce genre a été établi, par Schimper et A. Mougeot, pour une plante du grès bigarré, rapportée d'abord aux monocotylédones par Brongniart et décrite, par lui, sous le nom générique de *Convallarites*. Les auteurs de la *Flore du grès bigarré*, sans se prononcer d'une façon absolue sur la place à donner dans la classification à cette plante, la faisaient sortir des monocotylédones et indiquaient comme très vraisemblable son rapprochement des Équisétacées. C'est la place que Schimper a donnée à ce genre dans son *Traité de paléontologie*, en le faisant rentrer dans les Équisétées comme famille, celle-ci faisant partie des Équisétinées ; c'est la place qui lui a été définitivement et légitimement attribuée. En même temps, Schimper faisait rentrer dans le genre, avec raison, une espèce du keuper et une de l'infralias ou rhétien ; mais il y rattachait à tort l'*Equisetum laterale* Phillips de l'oolithe inférieure d'Angleterre⁽¹⁾. Dans la *Phytopaléontologie*, il reconnaissait son erreur et déclarait que le genre n'avait pas dépassé le rhétien ; mais il citait une nouvelle espèce, celle que Feistmantel avait découverte dans le Permo-Trias de l'Inde. Il semble donc que, dans l'état actuel de nos connaissances, les *Schizoneura* se trouvent dans l'ensemble de couches qui vont de ce Permo-Trias jusqu'au rhétien inclusivement ; mais il y est très caractéristique et paraît se rencontrer partout ; non seulement on l'a trouvé en de nombreuses localités européennes, dans les Indes, au Tonkin, mais aussi en Amérique, où M. Fontaine en a décrit une espèce provenant des dépôts de la Virginie regardés d'abord comme rhétiens et qui semblent bien appartenir décidément au Trias.

Si le genre *Schizoneura* est ainsi caractéristique de l'horizon

1. Aujourd'hui M. Seward le rapporte, avec toute raison, à l'*Equisetum columnare* Brongn. (Voir *The jurassic Flora. I. The Yorkshire Coast*, p. 56. 1900.)

auquel on le rencontre, il faut bien convenir qu'il est encore fort mal connu, puisque nous ne possédons pas ses organes de fructification, que la distinction des espèces manque par suite un peu de précision, qu'enfin, à raison des difficultés que comporte l'étude de simples empreintes, surtout d'organes peu différenciés, on lui a rapporté des fossiles qui ne lui appartiennent certainement pas, témoin le soi-disant *Sch. lateralis*, dont l'attribution laisse place à de sérieuses objections ; on en verra quelque chose un peu plus loin.

Le Trias du pied occidental des Vosges me paraît avoir fourni des restes incontestables appartenant à ce genre ; mais, à la différence de ce qui a été constaté ailleurs, ils sont peu nombreux et en assez mauvais état de conservation pour laisser souvent des doutes légitimes quant à leur détermination, non seulement spécifique, mais même générique.

33. *Sch. paradoxa* Sch. et A. Moug.

Convallarites erecta et *nutans* Brongn., *Ann. Sc. nat.*, 1^{re} série, XV, tab. 19. 1828.

Sch. paradoxa Sch. et A. Moug., *Monogr.*, p. 50, pl. XXIV-XXVI. 1844. Schimper, *Traité de pal. végét.*, I, 282, pl. XIII et XIV. 1869.

Cette espèce, la première décrite, paraît être assez commune, non seulement à Soultz, mais, d'une façon générale, dans le grès bigarré d'Alsace, d'après ce qu'en disent Schimper et Mougeot. Elle a été trouvée aussi par M. Blankenhorn dans le grès bigarré des environs de Trèves et de Commern⁽¹⁾, mais en très petite quantité. Elle paraît être également fort rare, dans le même terrain, sur le versant occidental des Vosges. Le seul vestige certain qu'il m'a été donné de constater pour cette espèce, ce sont des fragments de feuilles trouvés à Rambervillers par M. l'abbé Boulay ; ils sont en assez médiocre état, mais d'après l'étiquette de la main de Schimper, celui-ci y a reconnu, d'une manière certaine, son espèce.

On a trouvé, dans le keuper et le rhétien, à côté de rameaux feuillés appartenant à d'autres espèces du genre *Schizoneura*, des fragments plus ou moins grands de tiges ou, pour mieux dire, le plus souvent d'empreintes de tiges largement cannelées qu'on

1. *Die fossile Flora des Buntsandsteins*, etc., p. 134 et 144.

avait d'abord rapportées à des Calamites et que la plupart des paléontologistes, à la suite de Schimper, considèrent aujourd'hui comme les moules intérieurs des tiges de ces espèces. Cette attribution a cependant soulevé des critiques, notamment de MM. Nathorst et Lignier. Celles de ce dernier⁽¹⁾ se réfèrent aux objets trouvés dans les grès triasiques de Normandie et rapportés par Morière au *Sch. Meriani*. Ceux-ci, tout en ayant des ressemblances certaines avec les moules dont je parle, ne paraissent cependant en différer et, dans tous les cas, les critiques de M. Lignier, en ce qui les concerne, me semblent absolument légitimes.

M. Nathorst⁽²⁾, qui a vu à la fois les moules internes et les moules externes du *Schizoneura hærens* du rhétien de Suède et qui a constaté que les côtes de l'un et l'autre diffèrent fort peu en largeur, s'élève contre l'attribution à cette espèce de ce que Schenk a décrit d'abord sous le nom de *Calamites hærens* et qui est le type des fossiles dont je parle en ce moment ; il suggère, mais avec doute, l'opinion que ce pourrait être des tiges de conifères qui ont été amenées à cet état par la pression ; il fait toutefois observer que les plis sont singulièrement réguliers.

Quoi qu'il en soit de cette interprétation, je suis très disposé à me ranger à l'idée fondamentale de M. Nathorst, c'est-à-dire à considérer comme peu vraisemblable l'attribution donnée généralement à ces fossiles, ne fût-ce qu'à raison de ce fait qu'ils ne présentent pas traces d'articulations, au moins sur tous les échantillons ou les figures qu'il m'a été donné de voir. Ce n'est point ici le cas de discuter complètement la question, puisque, on va le voir, ce qui, sous ce rapport, a été trouvé dans le Trias du pied occidental des Vosges se réduit à fort peu de chose. J'aurai cependant occasion d'y revenir plus loin, en traitant de tiges assez analogues, très énigmatiques aussi, trouvées, par M. Zeiller, dans le Trias supérieur du département des Vosges, à Suriauville.

Quoi qu'on pense de l'attribution à leur donner, Schimper, dans son *Traité de paléontologie*⁽³⁾, fait observer qu'on trouve à côté du *Schizoneura paradoxa* des moules [qui] ressemblent tout à

1. *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, 1894 et *Mémoires de la même Société*, 1895.

2. « Bidrag till Sveriges fossila flora II Floran vid Höganas och Helsingborg ». (*Kongs. sv. vet. Akademi Handlingar*, XVI, n° 7, 1878, p. 10.)

3. I, p. 282.

fait à ceux des *Sch. Meriani* et *hærensis*, ce qui fait supposer qu'ils appartiennent au *Sch. paradoxa*. Mais il n'en figure pas ; les fragments de tige ou de rameau reproduits sur ses planches ont des nervures fines et régulières, comme tous les moules internes d'*Equisetum* ; il est même impossible, d'après les figures, d'affirmer qu'ils appartiennent plutôt à un *Schizoneura* qu'à un *Equisetum*. Schimper a raison cependant ; j'ai trouvé, dans la collection Mougeot, un échantillon de Vioménil, reproduit planche XIII, figure 1, qui rappelle complètement les *Calamites hærensis* et *Meriani*, tels qu'ils sont représentés notamment par les bonnes figures de Schenk⁽¹⁾. Il est visible qu'il s'agit de corps identiques, au moins génériquement. Ce fossile avait visiblement embarrassé les Mougeot, car l'étiquette, de la main du père, donne très exactement son origine, mais ne porte aucun nom spécifique ni générique.

Grès bigarré. Vosges : Rambervillers (abbé Boulay) ; Vioménil⁽²⁾ [coll. Mougeot]. R. R.

34. *Schizoneura Meriani* Sch.

Equisetum Meriani Brong., *Hist. des végét. foss.*, p. 115, tab. XII, fig. 13. 1828.

Equisetites Meriani Sternb., *Fl. d. Vorwelt*, II, p. 46. 1833. Ung. *Gen. et sp. pl. foss.*, p. 55. 1850. Ettings. *Cal. foss.*, p. 94.

Calamites Meriani Heer, *Urwelt*, p. 51, fig. 28. 1865.

C. Meriani Schenk, in *Schænleins Abbild.*, p. 8, pl. V, fig. 4 ; pl. VI, fig. 1. 1865.

C. Schænleinii Schenk, *ibid.*, pl. VI, fig. 2 et 4. 1865.

Schizoneura Meriani Schimper, *Tr. d. Pal. vég.*, I, p. 282. 1869.

Cette espèce, rapportée aux *Equisetum* par Brongniart, qui l'a décrite le premier, puis aux *Calamites* par Heer et d'autres paléontologistes, a été rapprochée, avec raison, par Schimper, dans son *Traité de paléontologie*, de l'espèce qui vient d'être décrite, et placée dans son genre *Schizoneura*. Cette manière de voir a été généralement adoptée, notamment par Heer dans le *Flora fossilis Helvetiæ*⁽³⁾. C'est une des plantes les plus caractéristiques de la lettenkohle et des gisements à végétaux du keuper moyen. Elle

1. Voir, pour le premier, figure 1, planche VII, du *Fossile Flora der Grenzschichten* et, pour le second, figure 1^a, planche VIII, des *Beiträge zur Flora des Keupers*, etc.

2. Sous les très fortes réserves énoncées plus haut.

3. P. 78, pl. XXX, fig. 1.

y a été observée en Suisse d'abord, puis en Allemagne et en Autriche. M. Fontaine (1) a décrit sous le nom de *Sch. Virginienensis* une plante assez commune dans certaines des couches secondaires de la Virginie d'abord rapportées au Rhétien et qui paraissent être triasiques. Elle est, son auteur est le premier à le reconnaître, singulièrement voisine du *Sch. Meriani* et pourrait bien lui être identique ; dans ce cas, elle serait caractéristique des deux côtés de l'Atlantique.

Il me paraît certain qu'on la trouve aussi dans la partie supérieure du Trias moyen qui, dans les environs de Lunéville, correspond à la lettenkohle, et qu'elle n'y est peut-être même pas rare. Sur certaines plaques couvertes de débris végétaux recueillies par Bleicher, à cet horizon, auprès de la gare de Blainville, on trouve des fragments de feuilles allongées, étroites, portant des traces d'une nervation longitudinale fine, presque indistincte, qui me paraissent provenir de cette espèce. Un échantillon, en particulier, un fragment de feuille plus complet que les autres — il atteint 66 millimètres de longueur sur 3 à 4 millimètres de largeur — me paraît tout spécialement probant ; il ressemble complètement aux feuilles de *Sch. Meriani*, telles qu'elles sont décrites et figurées dans tous les ouvrages où l'espèce a été bien étudiée, et je ne vois pas quelle autre plante du même horizon pourrait donner lieu à une confusion avec elle. Il faut convenir cependant qu'il restera toujours un peu de doute tant qu'on n'aura pas trouvé dans le Trias lorrain une empreinte de tige ou rameau portant au moins une partie de son verticille de feuilles.

Trias moyen supérieur. Meurthe-et-Moselle : environs de la gare de Blainville (*Bleicher*) [coll. Faculté des sciences de Nancy].

Lycopodinéés

Pendant fort longtemps, par suite de l'insuffisance de documents et aussi, il faut bien le dire, sous l'influence des idées théoriques régnant alors, on n'a signalé aucune Lycopodinée dans le Trias. On n'y avait pas trouvé de restes appartenant aux genres actuellement vivants ou à des formes affines et on supposait que

1. *Contributions to the knowledge of the older mesozoic Flora of Virginia*. Washington, 1883, p. 17, pl. I, fig. 4-6.

les types, généralement de grande taille, qui avaient caractérisé la flore de l'époque primaire avaient définitivement disparu avec celle-ci, sans laisser, même dans les couches secondaires inférieures, rien qui se rattachât à eux. Nous retrouverons la même manière de voir en ce qui concerne les Cordaïtes. Bien que les idées relatives à la soi-disant séparation radicale des faunes et des flores, en passant d'une grande période à une autre, ou même d'un terrain à un autre, se fussent déjà modifiées, en 1874, alors que Schimper publiait le troisième volume de son *Traité de paléontologie*, il admettait encore⁽¹⁾ l'hiatus existant entre le Permien et le Trias, tout en faisant observer qu'il pouvait tenir en partie à l'insuffisance de nos connaissances, en ce qui concerne la flore du Permien supérieur; et cependant, à ce moment déjà, dans un travail paru en 1853, qui n'avait pas eu le retentissement qu'il méritait, il avait été nettement établi qu'un genre ayant les plus grandes analogies avec les grandes Lycopodinéés primaires, les *Pleuromeia*, avait vécu durant les temps triasiques.

Ce fut seulement lorsque M. Blankenhorn eut signalé, en 1888, la présence d'une sigillaire⁽²⁾ dans le grès bigarré supérieur d'Heimbach, en soulevant l'étonnement, parfois l'incrédulité, qu'il fut définitivement admis que le Trias renfermait des Lycopodinéés alliées aux grands végétaux du même ordre, ayant vécu à l'époque primaire. Ce fut alors aussi que l'attention se porta sur les *Pleuromeia*.

Le Trias du pied occidental des Vosges ne m'a pas fourni de sigillaires, mais j'y ai pu étudier un fossile trouvé par M. Nicklès qui me semble fort analogue sinon identique aux *Stigmaria*; de plus, j'ai rencontré quelques fragments appartenant certainement au genre *Pleuromeia*; j'espère, en outre, démontrer que certains fossiles attribués d'abord par Schimper et Mougeot à des tiges de fougères et qui ont gardé cette attribution dans tous les ouvrages parus depuis, à deux seules exceptions près, à ma connaissance, n'appartiennent pas à cette classe et doivent très probablement être rapportés à des Lycopodinéés. Les deux exceptions que je viens de rappeler sont : un mémoire d'A. Mougeot et celui de M. Blankenhorn qui seul a tenu compte du travail du paléo-

1. P. 641.

2. *Sigillaria oculina*. Voir *Die fossile Flora des Buntsandsteins*, etc., p. 132, pl. XX, fig. 9.

botaniste vosgien ; j'aurai à revenir plus loin sur cette question.

Dans ce qui va suivre, je ne subdiviserai pas les Lycopodinéés, comme on le fait habituellement ; si les espèces de cet ordre dont j'aurai à parler se distinguent, sans conteste, d'une façon profonde des types vivant aujourd'hui, surtout des Lycopodes et des Sélaginelles, et sont au contraire étroitement alliées aux grandes Lycopodinéés primaires, il me semble plus prudent, dans l'état encore assez imparfait de nos connaissances à leur endroit, de ne pas trop préciser leurs rapports taxinomiques avec ces dernières.

Dans la description des formes, je commencerai par le genre *Pleuromeia* déjà bien connu ; je passerai ensuite aux restes analogues à des *Stigmaria*, puis aux soi-disant fougères dont je viens de parler.

Pleuromeia Corda et Spieker

On peut voir, au commencement de l'important travail consacré à ces végétaux par M. de Solms-Laubach⁽¹⁾, les vicissitudes de ce genre, basé, à l'origine, sur un fossile trouvé dans une pierre détachée de la cathédrale de Magdebourg, décrit d'abord par le comte de Munster et rapporté par lui au culm des environs de Magdebourg ; il fut successivement placé à son véritable horizon, le grès bigarré supérieur des environs de Bernbourg, nommé génériquement par Corda, qui vit très bien qu'il s'agissait d'un type nouveau, enfin étudié à fond par Germar et surtout par Spieker qui montra qu'il comprenait plusieurs espèces. Puis un inexplicable silence se fit sur lui jusqu'au jour où M. Potonié le cita et le figura dans son classique *Manuel de paléophytologie*. Ce fut alors que M. de Solms, ayant réuni de nombreux échantillons, le soumit à une nouvelle étude approfondie et publia sur lui l'important mémoire signalé plus haut, dans lequel d'ailleurs il déclare impossible, en l'état actuel, d'établir rigoureusement la place de ce genre dans la classification, tout en faisant ressortir les analogies incontestables qu'il présente avec les sigillaires et surtout avec les *Stigmaria*, ce qui avait conduit M. Potonié à le placer dans ses Stigmariées. Ces analogies sont telles qu'au début de mes études sur la flore du Trias, alors que le genre *Pleuromeia* m'avait échappé, comme à tant d'autres, j'avais considéré les

1. Ueber das Genus *Pleuromeia*. Bot. Zeit., t. LVII, 1899, p. 227 et tab. VIII.

fossiles dont il sera question plus loin comme constituant un genre nouveau, auquel j'avais attribué un nom rappelant cette ressemblance.

Si les *Pleuromeia* sont assez abondants aux environs de Bernbourg, dans le grès bigarré supérieur, ils paraissent être fort rares ailleurs ; on ne voit pas, en effet, pour eux d'autre citation de localité ou d'étage ; cela donne un certain intérêt à deux échantillons appartenant certainement à ce genre, trouvés, par Lebrun, à la partie supérieure du Trias moyen, aux environs de Lunéville.

35. *Pleuromeia* sp. Pl. VII, fig. 3.

Le meilleur a été recueilli à Chauffontaine et appartient à l'École supérieure des mines. C'est celui dont je donne la figure planche VII, figure 3. C'est un fragment de moule de rhizome portant un certain nombre de racines dans sa partie inférieure. Ce fossile est malheureusement très incomplet ; non seulement la tige manque complètement, mais le rhizome lui-même est loin d'être entier. Tel qu'il est cependant, la détermination générique me semble absolument hors de doute ; la forme, la taille, l'espacement des cicatrices radiculaires sont identiques à ce qu'on voit sur la figure en grandeur naturelle donnée par M. Potonié⁽¹⁾ pour me référer à une publication largement répandue ; les racines simples et épaisses rappellent entièrement celles qui ont été figurées dans l'important mémoire de Spieker, dans ceux de Bischoff et de M. de Solms. Mais, si l'attribution générique me semble certaine, il est impossible de dire sûrement si ce fossile appartient à l'une des espèces déjà décrites ou constitue un type spécifique nouveau ; non seulement le rhizome est trop incomplet, mais il manque la tige, qui fournit les caractères spécifiques principaux ; il me semble toutefois assez probable qu'il s'agit soit du *P. Sternbergi* v. Munster (sp.), l'espèce primitivement décrite, soit de quelque chose de très approchant.

Le second échantillon que je tiens de Lebrun, beaucoup moins bon, offre au milieu de nombre d'autres débris végétaux un moule en relief d'une portion de rhizome dépourvue de ses racines, qui ont seulement laissé leurs cicatrices.

Enfin, un échantillon appartenant à M. Briquel, de Lunéville,

1. *Lehrbuch*, p. 217.

trouvé à Blainville, présente un fragment de rhizome, avec une dépression et des bases de racine, qui peut-être pourrait être rapporté à la même plante, mais avec beaucoup plus de doute.

Si imparfaites que soient les traces laissées par les *Pleuromeia* dans la lettenkoble des environs de Lunéville, ces fossiles, au moins celui de l'École des mines, dont l'attribution au genre est absolument certaine, offrent, on le voit, un réel intérêt, puisqu'ils démontrent l'existence de ce type remarquable dans le Trias lorrain, à une grande distance horizontale de Bernbourg; de plus, alors que, dans cette localité, il a été rencontré à un horizon qui doit correspondre à la base du Trias moyen, c'est tout à fait à la partie supérieure de l'étage qu'il a été trouvé en Lorraine; il a donc vécu durant toute la période correspondant au dépôt de ces couches, ce qu'on ignorait jusqu'à présent.

TRIAS moyen. Meurthe-et-Moselle: Châtenaie. Lettenkoble. Éc. sup. des mines et faculté des sciences de Nancy. R. R.

Stigmarites n. gen.

Rhiz. 1-27 millim., excavatum, appendices 19-25 generis; isti, sphaerici dispositi, concentrici descripti, plus minus approximatim, decursum, marginis plus minus tan dist. inter appendices, centro concentrici, radiis partibus lateribus.

M. Nickles a trouvé, dans les carrières ouvertes à Merviller dans le grès bitumé, six fragments plus ou moins grands, soit en moules soit en empreintes, d'un organe axille, couvert de cicatrices, qui, par leur forme, leur disposition, rappellent immédiatement ce qu'on voit chez les grandes *Lycopodiées* primaires. Comme je viens de le dire, il s'agit simplement de moules et d'empreintes dans lesquels une partie de la substance organique, toute celle de la surface externe, dans tous les cas, a été remplacée par de l'oxyde de fer, mais sous une très faible épaisseur; il n'y a donc pas de structure histologique conservée; mais, sur les moules et empreintes, notamment sur le meilleur de tous, le n.° 1, se représente planche XIII, figure 2, une partie de la structure interne qui n'est qu'une zone, l'oxyde de fer s'étant déposé, d'une façon régulière, d'une part sur la surface extérieure de l'axe, comme il vient d'être dit, d'autre part sur la surface interne de cette même zone. La zone supérieure,

d'une épaisseur de 1^{mm},500 environ, est tombée naturellement sur une portion notable de la surface de l'échantillon; de telle sorte qu'on peut voir sur la figure, en *a*, l'aspect qu'elle présente et en *b* celui de la zone d'écorce sous-jacente. Cet examen confirme l'attribution aux Lycopodinéés. Il est visible en effet que nous sommes d'une part en présence de la surface de l'écorce et des cicatrices laissées par la chute des appendices, de quelque nature qu'ils fussent, et que d'autre part nous voyons la surface de l'écorce moyenne offrant des mailles étroites allongées, disposées en spirale, exactement comme les cicatrices superficielles et correspondant aux faisceaux vasculaires avec les parenchymes qui les accompagnent, le tout, d'ailleurs, complètement détruit. En dessous de cette surface de l'écorce moyenne, on ne trouve plus aucune trace de structure; il n'y a plus que du grès parfaitement uniforme sur l'échantillon en question; sur un autre, on voit, sur la cassure d'une des extrémités, quelques lames peu étendues et assez irrégulières d'oxyde de fer dont la plus intérieure et la plus étendue correspond peut-être à la surface du cylindre central; l'écorce moyenne et l'écorce interne auraient ainsi, dans leur ensemble, une épaisseur de 10 à 12 millimètres.

Si, maintenant, nous cherchons, d'après les caractères fournis par les cicatrices de la surface extérieure, avec lequel des trois grands groupes de Lycopodinéés primaires le fossile que nous étudions offre le plus de ressemblance, il est visible que c'est avec les Stigmariées et même avec le genre *Stigmaria*, surtout lorsque, ainsi qu'il arrive souvent, les bords de la cicatrice, au lieu de rester en saillie, s'émoussent et s'infléchissent au contraire doucement vers le centre; c'est ce qu'on voit notamment sur un échantillon de *S. ficoides* de Marles (Pas-de-Calais) figuré par M. Zeiller⁽¹⁾; c'est ce que j'ai pu constater aussi sur un grand et bel échantillon de la même espèce provenant d'Anzin et faisant partie des collections de l'École forestière. La ressemblance ne porte pas seulement sur la forme générale des cicatrices, sur leur espacement, un peu variable d'ailleurs, sur leur disposition très nette en spirale, sur l'absence de côtes, mais aussi sur la forme de la cicatrice vasculaire qui, bien que souvent peu nette, l'est parfois assez pour qu'on puisse constater qu'elle se réduit à une

1. Flore du bassin de Valenciennes, pl. XCI, fig. 6.

seule, plus ou moins arrondie, sans accompagnement d'aucune cicatrice.

La ressemblance avec les *Stigmaria* est telle qu'on serait tenté de les réunir à ce genre qui, d'ailleurs, est un peu vague et paraît comprendre des choses assez différentes. En l'absence des appendices, dont la forme aussi est caractéristique des *Stigmaria*, en tenant compte, de plus, que le fossile de Merviller appartient à un terrain où les *Stigmaria* n'ont point été rencontrés jusqu'à présent, il me semble préférable d'établir un genre qui ne sera sans doute que provisoire et d'en former le nom comme on l'a fait bien souvent lorsqu'on a voulu, sans affirmer l'identité, rapprocher un genre trouvé à l'état fossile de genres vivant actuellement.

Même en faisant toutes ces réserves, le fossile trouvé par M. Nicklès n'en offre pas moins cet intérêt, alors qu'on a trouvé dans le grès bigarré une sigillaire, ou quelque chose de très approchant, de montrer qu'on y rencontre un *Stigmaria* ou une forme très voisine, c'est-à-dire ce que l'on considère généralement comme étant l'organe souterrain des sigillaires.

Tous les échantillons recueillis par M. Nicklès appartiennent à une seule espèce, même entendue dans un sens très strict. Je lui ai donné, dans une communication préliminaire faite à l'Académie des sciences, le nom du géologue qui a eu l'heureuse chance de les rencontrer et qui en a compris immédiatement le haut intérêt et j'en établis, ainsi qu'il suit, la diagnose :

36. *St. Nicklesi* n. sp. Pl. XIII, fig. 2.

Rhizoma transversim ellipticum, verisimiliter saltem pro parte per compressionem; diametro maximo metiente 48-50 mill.; minimo 16 mill.; præbens cicatrices plus minus rotundas, diametro 6-7 mill. metientes.

Stigmarites Nicklesi Fliche, C. R. Ac. Sc., 6 avril 1903.

Comme il vient d'être dit dans la diagnose, les échantillons ont une section elliptique aplatie qu'ils ont pu présenter, à un moindre degré, à l'état de vie, mais qui a été certainement fortement augmentée, sinon créée par la compression que l'organe a subie durant sa fossilisation; en supposant qu'il ait été cylindrique, autre extrême qui ne me semble pas probable, le diamètre aurait été de 33 millimètres environ. C'est, en somme, un organe axile qui n'était pas de fortes dimensions en diamètre; car les échantillons sont assez nombreux pour qu'on soit assuré qu'ils nous

fournissent les dimensions moyennes sous ce rapport. Quant à la longueur de l'organe, nous sommes beaucoup moins bien renseignés; le plus grand fragment, formé de deux échantillons s'ajustant très exactement bout à bout, mesure 185 millimètres; on peut être assuré que non seulement il ne donne pas l'organe dans toute sa longueur, mais qu'il est certainement assez loin de lui correspondre, bien qu'à une des extrémités, il commence à présenter un amincissement tel que celui offert par l'échantillon figuré et qui me semble correspondre à l'extrémité postérieure de l'organe à sa partie la plus jeune.

Les cicatrices sont de diamètre sensiblement inférieur à ce qu'on observe chez le *St. ficoïdes*, au même état, c'est-à-dire avec les bords de ces cicatrices complètement adoucis; elles sont disposées, comme il a été dit dans la diagnose du genre, en spires assez régulières avec un écartement maximum de 15 millimètres, de centre en centre, sur une même orthostique; elles paraissent se rapprocher davantage vers l'extrémité de l'organe où la distance peut s'abaisser jusqu'à 9 millimètres, comme on le constate sur l'échantillon figuré.

L'espèce est, à coup sûr, rare dans le grès bigarré, puisqu'elle n'a été jusqu'à présent rencontrée qu'à Merviller. Dans quelle mesure est-elle rare sur le point où elle a été rencontrée? il est assez difficile de le dire. Les six échantillons trouvés se réduisent à quatre, puisque deux d'entre eux s'ajustent très exactement l'un à l'autre, je viens de le dire; une empreinte se réfère au moule figuré; restent les deux autres qui sont des empreintes sans lien apparent l'une avec l'autre. Ces quatre échantillons sont-ils indépendants, en ce sens qu'ils proviendraient d'individus différents, ou ne sont-ils que des fragments d'un seul individu? Il est impossible de le dire, bien que le fait d'avoir été rencontrés ensemble soit favorable à la seconde hypothèse.

Partie inférieure du Trias moyen. Meurthe-et-Moselle : grès bigarré, Merviller (*Nicktès*) [coll. Faculté des sciences].

Lepidodendrites n. g.

Truncus cylindricus? validus, erectus; cicatrices rhombæo-quadratæ, majusculæ, spiraliter contiguæ, cicatrice vasculari plus minus centrali præditæ.

Le genre dont je viens de donner la diagnose est basé sur un

échantillon unique, trouvé dans le grès bigarré de Ruaux (Vosges) et faisant partie de la collection du Dr Puton de Remiremont. Cet échantillon a été décrit et figuré, pour la première fois, par Schimper et A. Mougeot dans l'ouvrage classique déjà bien souvent cité ici. Ils le placèrent dans le genre *Caulopteris*, sous le nom de *C. tessellata*, mais après bien des hésitations dont le texte porte la trace, pour partie seulement, et sur lesquelles j'aurai à revenir. En 1849, l'un des auteurs, A. Mougeot, dans la communication remarquable faite à la Société d'émulation des Vosges, où il établissait, avec toute raison, le genre *Lesangeana* et faisait voir les différences profondes qui le séparent des fougères, lui attribuait beaucoup moins légitimement le fossile en question, qu'il considérait comme en étant la portion tout à fait externe de l'écorce. En 1869, Schimper, dans le premier volume de son *Traité de paléontologie végétale*, négligeant sur ce point, comme sur tous les autres, le travail de son collaborateur, se borne simplement à sortir l'espèce du genre *Caulopteris* pour en faire le type d'un genre nouveau de tiges fossiles de fougères, sous le nom de *Cyatheetopteris*, sous prétexte de ressemblances, que j'aurai à discuter plus loin, avec les tiges des Cyathéacées actuelles. Plus tard, dans le *Traité de paléontologie* de Zittel⁽¹⁾, il maintient ce genre, en se bornant à abandonner, dans la diagnose, les réserves qu'il avait eu la sagesse de formuler dans le *Traité de paléontologie*.

Comme on le voit par ce résumé historique, après avoir eu des doutes sur la légitimité de l'attribution de ce fossile aux fougères, les deux auteurs de la *Flore du grès bigarré* étaient arrivés à des vues complètement différentes. Alors que A. Mougeot le sortait de cette classe, non seulement Schimper l'y maintenait, mais il prétendait lui assigner des affinités plus étroites avec les tiges de certains genres actuels. Mougeot me paraît avoir été dans le vrai pour le fond, bien qu'il se soit trompé sur le genre et même sur le groupe auquel il convenait de rattacher ce genre sorti par lui de la classe des fougères. Quant au rapprochement, fait par Schimper, du fossile avec les Cyathéacées actuelles, il est singulier et prouve à quel point les hommes les plus éminents peuvent se laisser tromper par une idée préconçue; la ressemblance que

1. *Palaeophytologia*, 144-145.

le célèbre paléontologiste invoque avec la tige du *Cyathea excelsa*, dont il donne de bonnes figures dans les deux ouvrages cités, est purement superficielle. C'est ainsi que les cicatrices foliaires, tout en étant rapprochées chez la fougère vivante, ne sont pas contiguës, ce qui est un des caractères remarquables de la tige fossile, comme Schimper le constate dans la diagnose du *Traité de paléontologie*. Cette même diagnose dit que les cicatrices des faisceaux vasculaires sont indistinctes, mais il ajoute qu'elles sont éparées, ce qui est passablement contradictoire ; il est vrai qu'il y a un point d'interrogation des plus légitimes. Dans la *Paléophytologie*, sous l'influence de l'idée préconçue signalée plus haut et sans, je crois, nouvel examen de l'échantillon, depuis le travail fait en commun avec A. Mougeot, le mot : indistinct, de même que le point d'interrogation disparaissent ; en sorte que les cicatrices foliaires chez le *Cyatheeteris tessellata*, représentant à lui seul le genre, présentent des faisceaux disséminés (*mit zerstreuten Gefässbündeln*). Or si on examine l'échantillon, comme j'ai pu le faire, grâce à la bonne volonté de M. le Dr Puton, on constate qu'en réalité ces traces de vaisseaux très caractéristiques, en effet, des tiges de *Cyathea*, n'existent pas ; par contre, on voit très nettement sur la plupart des cicatrices foliaires, généralement en leur milieu ou dans une position approchée, une impression ou une tache de 3 millimètres environ de largeur, dont Schimper et A. Mougeot n'avaient tenu aucun compte, mais que leur dessinateur avait très bien vue et représentée, sur la figure si remarquablement exacte qu'il a donnée du fossile. Lorsque cette impression est le mieux conservée, elle se présente nettement sous forme d'une très faible dépression de contour circulaire avec une petite saillie irrégulière centrale ; la dépression peut devenir plus sensible et le bord plus ou moins irrégulier ; mais cela me paraît tenir à l'état de conservation souvent très défectueux pour tous ces fossiles du grès bigarré.

Il me semble que nous sommes là en présence de la véritable trace laissée par le faisceau pénétrant dans la feuille, trace fort imparfaite, comme il arrive malheureusement trop souvent pour tout ce qui touche à la structure des végétaux dont les restes ont été conservés dans le grès bigarré, mais trace indéniable. Or, ce faisceau unique de petite dimension, de contour plus ou moins circulaire, s'écarte complètement de ce qu'on observe chez les

fougères arborescentes pour se rapprocher singulièrement, au contraire, de ce qui se voit chez les Lycopodinéés. Par la forme de ses cicatrices foliaires, leur contiguïté, le fossile de Ruaux se rapproche également de celles-ci.

Cette affinité, les auteurs de la *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré* me paraissent l'avoir constatée, puis l'avoir rejetée, dominés qu'ils étaient par les idées qui avaient cours alors. Ils ont été visiblement fort embarrassés par le fossile de Ruaux. A la page 64 de leur ouvrage, ils conviennent qu'on peut douter qu'il appartienne aux fougères; ils disent qu'ils se sont demandé s'il ne fallait pas y voir une Cycadée et ils rejettent, avec raison, cette attribution; mais ils ne parlent pas d'un autre rapprochement qui s'était présenté d'abord à leur esprit, dont je crois avoir trouvé la preuve certaine chez M. le Dr Puton. Son père, en effet, lui a laissé une lettre d'A. Mougeot dans laquelle se trouve le passage suivant : « Je reprendrai à Strasbourg ton empreinte de *Sigillaria Putoni*, puisque la planche est faite; je rapporterai aussi tout ce qui a été lithographié. » Une note au crayon de Puton père dit que cette espèce figure dans l'ouvrage sous le nom.....; malheureusement, cette note, devenue presque illisible, l'est complètement quant à ce nom; mais il me semble qu'il ne peut y avoir de doute sur celui-ci. La collection Puton ne renferme en fait d'organes caulinaires, en dehors des Équisétacées, que les empreintes de deux tiges, une de *Caulopteris Voltzii*, qui n'est pas figurée dans l'ouvrage de Schimper et A. Mougeot, et celle qui nous occupe en ce moment. Il résulte de la très intéressante lettre dont je viens de citer un passage, que les auteurs avaient d'abord considéré ce fossile comme une sigillaire, puis qu'ils avaient renoncé à cette manière de voir, qui leur avait semblé trop incertaine ou trop audacieuse pour être même rappelée dans leur texte.

Leur première impression était cependant, à mon avis, juste en partie; ils avaient été trop loin en identifiant le fossile du grès bigarré à une sigillaire, mais c'est certainement du côté des grandes Lycopodinéés des terrains primaires qu'étaient ses véritables affinités: je l'ai fait observer plus haut, en rappelant les deux caractères principaux, irrégularité, faible saillie et contiguïté de ses cicatrices foliaires, unité et faibles dimensions du faisceau vasculaire qui se rendait aux feuilles. Il est impossible

de ne pas être frappé de la très grande ressemblance qui existe entre la tige du grès bigarré et l'état de conservation des *Lepidodendron* dont Presl avait fait son genre *Bergeria*, soit qu'on examine la figure schématique qu'en a donnée M. Potonié⁽¹⁾ ou celle *Lepidodendron quadratum* Sch. (*Bergeria quadrata* Presl) du Canada donnée par Schimper⁽²⁾.

Est-ce à dire qu'il faille simplement placer parmi les *Lepidodendron* le *C. tessellata*? je ne le pense pas : la cicatrice foliaire est beaucoup trop imparfaitement conservée pour permettre une identification aussi précise.

L'attribution aux Lycopodiniées⁽³⁾ me semblant n'être pas toutefois douteuse, quel nom convient-il de donner au genre? Évidemment, il faut renoncer à la dénomination première; le genre *Caulopteris*, quoique assez vaguement défini, se référant essentiellement à des tiges de fougères, j'aurais été assez porté, pour éviter la création d'un nouveau nom, à adopter celui que Schimper a créé dans son *Traité de paléontologie*, puisqu'il l'a été pour le *C. tessellata* et que jusqu'à présent il ne renferme que lui. Mais indépendamment de ce qu'il est mal constitué, étant données les vues que je viens d'exposer, puisque, non seulement il fait allusion aux fougères, mais même à un genre déterminé de celles-ci, il a un plus grand défaut, c'est que la diagnose donnée par son auteur ne s'applique pas au fossile de Ruaux, mais au contraire conviendrait très bien à une tige de fougère fossile qui présenterait, en effet, des affinités très grandes avec les *Cyathea*, ce qui peut se trouver et a même grandes chances de se rencontrer.

J'ai dû renoncer à l'idée qui se présentait le plus naturellement, consistant à conserver comme nom générique celui du sous-genre des *Caulopteris* créé par Schimper et A. Mougeot exclusivement pour leur *C. tessellata*, celui de *Tessellaria*, mais Eichwald⁽⁴⁾ en avait déjà fait le nom d'un genre assez hétérogène qu'il avait placé dans les Cycadées et qui dans son esprit devait

1. *Lehrbuch der Pflanzenpaleontologie*, p. 225, fig. 218.

2. *Traité de paléontologie*, pl. IX, fig. 9.

3. A. Mougeot, ainsi que je l'ai dit plus haut, considérait le *C. tessellata* comme la couche superficielle de son genre *Lesangeana*; il est singulier qu'il ait émis semblable opinion après avoir analysé, d'une façon si remarquable, la cicatrice foliaire du second genre, qui n'a rien de commun avec ce qu'on observe sur le fossile de Ruaux, et après avoir constaté avec Schimper, dans la *Monographie*, la différence profonde existant entre les indices d'insertion de tous les *Lesangeana* et du *C. tessellata*.

4. *Lethæa rossica*, t. I, p. 219.

à peu près correspondre aux *Caulopteris* décrits par Schimper et A. Mougeot. Deux des espèces qu'il décrit dans les grès cuivreux permien d'Orenbourg présentent d'ailleurs de remarquables analogies avec le *C. tessellata* de ces auteurs, mais il n'en est pas de même de la troisième.

Pour éviter toute espèce de confusion, il m'a donc semblé préférable, en même temps que je rédigeais une nouvelle diagnose pour le *C. tessellata*, de lui attribuer un nouveau nom générique et de former celui-ci comme j'ai déjà fait plus haut, pour les *Stigmarites* et pour les mêmes raisons. J'ai donc adopté comme nom générique *Lepidodendrites*, qui indique le rapprochement, sans rien affirmer quant à l'attribution au genre déjà connu et bien défini. Ce nouveau genre ne renferme d'ailleurs qu'une seule espèce, celle décrite par Schimper et A. Mougeot d'après l'échantillon de la collection Puton qui reste jusqu'à présent le seul connu⁽¹⁾; je n'en donne pas une nouvelle figure; celle de Schimper et A. Mougeot est tellement parfaite, reproduisant jusqu'aux plus minces détails de l'échantillon, qu'une nouvelle figure, même photographique, n'ajouterait rien, ne corrigerait rien à ce qu'elle fournit⁽²⁾. Je ne donne pas non plus de diagnose spécifique, celle du genre suffisant tant que celui-ci ne renfermera qu'une seule espèce. Je me bornerai, dans ce qui va suivre, à donner quelques détails surtout numériques complétant ce qu'ont dit Schimper et Mougeot, ce que j'ai dit moi-même dans la diagnose générique et dans ce qui précède.

37. *L. tessellata* Sch. et A. Moug. sp.

Caulopteris tessellata Sch. et Moug., *Monogr. pl. foss.*, p. 64, pl. XXIX. 1844.

Lesangeana sp. écorce A. Moug. *Observ. sur le Caulopteris Lesangeana*, *Ann. Soc. d'Ém. des Vosges*, VII, p. 190. 1849-1850.

Cyatheetopteris tessellata Schimp., *Traité de pal.*, I, p. 703. 1869.

L'échantillon donne seulement l'empreinte, en fer peroxydé, d'une portion de tige évidemment cylindrique⁽³⁾, puisqu'elle-

1. Au moins dans le Trias; comme je l'ai fait observer précédemment, deux des *Tessellaria* permien d'Eichwald, ce qui avait déjà frappé cet auteur, présentent une incontestable et grande analogie avec la tige du grès bigarré.

2. Il est même remarquable de constater, comme je viens de le montrer, que le dessinateur a copié si exactement qu'il a reproduit un détail important de structure auquel les auteurs, à tort, n'avaient prêté aucune attention.

3. Peut-être elliptique, mais cela est moins probable.

même est très régulièrement rectangulaire ; la tige a dû s'aplatir complètement dans la fossilisation, car l'empreinte est sensiblement plane ; celle-ci ne présente qu'une partie de l'organe sans qu'on en voie ni l'extrémité supérieure ni la base, car les deux extrémités portent des traces visibles de rupture ; les bords latéraux eux-mêmes ne correspondent pas exactement à ceux de la tige qui a fourni l'empreinte ; cela est très visible sur la figure et encore plus sur l'échantillon ; mais les irrégularités présentées par ces lignes doivent tenir à la grossièreté du grain de la roche, à la difficulté par suite d'en obtenir des fentes bien nettes, et sans doute la largeur réelle doit peu s'écarter de la réalité ; tandis que la hauteur de l'empreinte montre seulement que celle de l'échantillon était supérieure, probablement même d'une façon assez notable, puisque rien aux deux extrémités n'indique le voisinage soit du sommet, soit de la base. Dans tous les cas, dans son état actuel, l'empreinte mesure 255 millimètres de longueur maximum et 115 de largeur également maximum ; les cicatrices foliaires, comme l'ont déjà fait observer Schimper et Mougeot, sont régulièrement disposées, remarquablement égales et de forme rhomboïdale non allongée, se rapprochant du carré ; elles ont les dimensions données par ces auteurs, la grande diagonale ayant environ 20 millimètres et la courte 15 à 16. Ces cicatrices forment des dépressions très faiblement accusées, limitées par des arêtes bien saillantes, surtout dans le sens des spires de gauche à droite ; elles sont plus ou moins mousses, quelquefois brisées, mais aussi parfois très aiguës ; il y a, dans la cicatrice foliaire, généralement vers son centre, un cercle plus foncé de 3 millimètres environ de diamètre ; souvent aussi, il est moins marqué, parfois les bords en sont moins réguliers et il semble même se fractionner, mais il y a simplement, je crois, un mauvais état de conservation. Quand, au contraire, celle-ci est aussi bonne que le comporte l'échantillon, on voit qu'elle représente une légère dépression au fond de laquelle est une saillie à surface très irrégulière, ce qui peut tenir d'ailleurs au grain de la roche.

Grès bigarré supérieur (Trias moyen). Vosges : Ruaux [coll. Puton]. R. R. R.

Si les fossiles qui viennent d'être décrits me semblent, sans conteste, appartenir aux Lycopodiniées, c'est sous les plus ex-

presses réserves que j'en rapproche le genre suivant qui présente, avec elles, quelques analogies par ses cicatrices foliaires, par ses feuilles allongées, simples, entières, qui l'éloignent certainement des fougères auxquelles on a généralement attribué jusqu'à présent les espèces qui le constituent, enfin par ce qu'on peut savoir de la structure de sa tige. Mais il faut reconnaître aussi que les feuilles épaisses à nervures parallèles l'en éloignent et auraient plutôt leurs analogues parmi celles des Gymnospermes, avec de notables différences toutefois, même avec celles qui leur ressemblent le plus. L'absence, jusqu'à présent, de tout organe de fructification, achève de rendre incertaine l'attribution de ces remarquables fossiles, et peut-être serait-il bon de les placer à la fin de ce travail dans les *incertæ sedis*. Cependant, les analogies avec les Lycopodées qui avaient déjà frappé Antoine Mougeot, le premier qui les ait bien étudiées, sont assez fortes pour qu'il me semble préférable de les placer à la suite des genres appartenant bien authentiquement à cette classe ; ce qui fait ressortir les ressemblances, sans exprimer une attribution formelle qui serait trop douteuse, je le répète. Il y a lieu aussi, jusqu'à présent, de les comprendre dans un seul genre, le suivant :

Lesangeana A. Mougeot

Si le premier échantillon de tige appartenant à ce genre a été trouvé par Voltz aux environs de Saverne, la première mention imprimée, se rapportant à ces fossiles, et d'après un échantillon recueilli en Lorraine, se trouve dans l'ouvrage déjà cité de Hoggard⁽¹⁾ ; ce géologue en faisait un *Sigillaria* et en donnait une médiocre figure.

En 1844, Schimper et A. Mougeot⁽²⁾ en faisaient la seconde section *Caulopteris* proprement dits du genre *Caulopteris*, rapporté par eux, comme par Lindley et Hutton qui l'avaient créé, aux fougères ; ils en décrivent trois espèces : *C. Voltzii*, *C. micropeltis* et *C. Lesangeana* ; une touffe de feuilles trouvée à proximité d'un échantillon de cette dernière espèce leur avait cependant inspiré des doutes sur la légitimité de son attribution aux fougères.

1. *Description géol. et mineral. des Vosges*. Epinal, 1837.

2. *Monographie*, etc.

En 1845, Corda⁽¹⁾ créait, pour ces trois espèces, qu'il continuait à considérer comme des fougères, le genre *Chelepteris*.

En 1849, A. Mougeot⁽²⁾, dans un travail fort remarquable, passé à peu près inaperçu, sortait définitivement le *C. Lesangeana*, non seulement du genre *Caulopteris*, mais des fougères, pour en faire le type d'un genre spécial dont il avouait d'ailleurs que la place lui semblait un peu difficile à décider. Il faisait, en outre, observer, avec raison, que le *C. Voltzii* lui semblait devoir suivre le sort du *C. Lesangeana* et qu'il y avait lieu de l'attribuer au nouveau genre.

En 1862, de Zigno, dans un mémoire sur lequel j'aurai à revenir, décrivait des tiges fossiles du grès bigarré des Alpes italiennes, dont une au moins lui semblait présenter les plus grandes affinités avec les *Caulopteris* de Schimper et A. Mougeot, et les plaçait, comme eux, dans le genre *Caulopteris*.

En 1869, Schimper, dans son *Traité de paléontologie végétale*⁽³⁾, admettait le genre créé par Corda, sans tenir compte des observations si justes de son collaborateur; il y plaçait deux des *Caulopteris* décrits en 1844, plus une nouvelle espèce, le *Ch. vogesiaca*, qu'il crut devoir créer par démembrement du *Ch. Voltzii*; quant au *C. Lesangeana*, il le plaçait dans le genre *Bathypteris* d'Eichwald.

Dans la *Palæophytologie*⁽⁴⁾, Schimper renonce au genre *Chelepteris*, qu'il place, avec quelques autres, dans le genre *Thamnopteris* Brongn.; les espèces du grès bigarré, y compris *C. Lesangeana*, y passent naturellement.

Depuis cette dernière publication, il est encore fait mention de ces fossiles dans les traités généraux de paléontologie, mais sans grande discussion à leur sujet et en les plaçant toujours parmi les fougères. Ainsi, en 1897, M. Potonié⁽⁵⁾ les place dans la section *Tubicaulis* de ses Cauloptéridées, en se bornant à citer le *Caulopteris Lesangeana* Sch. et Moug. En 1899, M. Zeiller⁽⁶⁾ cite

1. *Beiträge zur Flora der Vorwelt*. Prag, 1845.

2. « Observations sur le *Caulopteris Lesangeana* Sch. et Ant. Mougeot, etc. », (*Ann. Soc. d'Émulation du département des Vosges*, VII, 1850, p. 185, pl. I et II.)

3. Pages 702 et 705.

4. « Handbuch der Palæontologie », her. von Karl A. Zittel. (1. Abth. *Palæophytologie*, 1890, p. 145.) La partie rédigée par Schimper, sur laquelle porte le renvoi, est antérieure à cette date : elle est de 1879.

5. *Handbuch der Pflanzenpalæontologie*. Berlin, 1897, p. 67.

6. *Éléments de Paléobotanique*. Paris, 1899, p. 122.

ces tiges du Trias inférieur en faisant observer, avec raison, qu'on a établi sur eux « un certain nombre de genres assez mal définis » et que par suite il se dispense de mentionner.

Antérieurement à ces derniers ouvrages, M. Blankenhorn, dans le mémoire déjà plusieurs fois cité, admet, comme je l'ai déjà dit, les vues d'A. Mougeot, en ce qui concerne le *C. Lesangeana* Sch. et A. Moug., et par suite accepte le genre *Lesangeana* créé par ce dernier, mais il paraît ne pas vouloir placer dans ce genre les autres *Caulopteris* signalés dans le grès bigarré soit par les deux auteurs de la *Monographie*, soit par Schimper seul, car, à la page 132, il nomme, avec doute, il est vrai, *Thamnopteris vogesiaca* Sch. une tige provenant du grès bigarré d'Heimbach ; il fait observer, d'ailleurs, qu'il pourrait aussi bien s'agir d'un *Pleuro-meia* et sa figure donne raison à cette incertitude ; celle-ci même prouve combien les affinités des tiges décrites par Schimper et Mougeot sont plutôt du côté des Lycopodinéées que de celui des fougères.

Dans tous les cas, l'ensemble de ces tiges forme bien un tout unique et, comme l'avait si bien vu A. Mougeot, si l'on fait sortir le *C. Lesangeana* de la classe des Fougères, tous les autres doivent le suivre. Cette double manière de voir me semblant légitime, pour les raisons que j'exposerai plus loin, quel nom générique convient-il d'attribuer à cet ensemble de fossiles ? L'idée qui m'était venue d'abord et qui semble la plus naturelle était d'adopter celui de *Lesangeana* créé par A. Mougeot, dans le mémoire destiné à montrer que le *C. Lesangeana* Sch. et Moug. et par suite les autres *Caulopteris* du grès bigarré des Vosges constituent un groupe de végétaux n'appartenant pas à la classe des Fougères. Il peut sembler préférable, cependant, pour observer la loi de priorité, d'adopter le nom créé en 1845 par Corda, celui de *Chelepteris* ; il a bien l'inconvénient, par la façon dont il est constitué, de donner à penser, comme c'était d'ailleurs l'opinion de l'auteur, qu'il s'agit de fougères, mais ce défaut de concordance entre l'origine d'un mot et ce qu'il représente existe pour nombre de vocables soit génériques, soit surtout spécifiques et, dans le langage usuel même, il ne serait pas difficile d'en citer des exemples ; je ne crois pas qu'un défaut de cette nature doive aller à l'encontre du droit de priorité ; or celui-ci semble incontestablement acquis au nom créé par Corda ; il l'a été pour les tiges du grès bigarré de

la chaîne des Vosges et, à l'origine, pour elles seules. Si, depuis, trois espèces y ont été ajoutées, l'une d'elles semble devoir lui appartenir réellement, tandis que les deux autres lui ont été attribuées indûment.

La première forme qui, en dehors des tiges du grès bigarré, a été placée dans le genre *Chelepteris* est le *Ch. gracilis* Eichw. des grès cuivreux des mines de cuivre de Kloutschewsk, district de Bjelbó, gouvernement d'Orenbourg (Russie), dans le Permien; mais il suffit de regarder la figure et la description de cette espèce données par Eichwald⁽¹⁾ pour se convaincre que l'attribution est inexacte, qu'il s'agit d'un fossile très différent non seulement spécifiquement, mais génériquement, des tiges du Trias, pour lesquelles Corda a créé son genre. La tige du Permien russe me paraît être certainement une fougère et se rattacher, par ses longs restes de pétioles et la forme du faisceau foliaire, au groupe assez vague, je le reconnais, des *Tubicaulis*.

En dehors de l'espèce que je viens d'examiner, deux autres tiges fossiles, provenant du keuper de Franconie, ont été attribuées par Schenk⁽²⁾ au genre *Chelepteris*, l'une d'elles, le *Ch. macropeltis*, a été maintenue dans ce genre par Schimper, dans son *Traité de paléontologie végétale* et cela me semble parfaitement justifié par la figure de Schenk; sans que le fossile soit très bien conservé, il est visible et, me semble-t-il, hors de toute contestation qu'il s'agit ici d'une forme très étroitement apparentée au *Caulopteris Voltzii* Sch. et Mougl., comme le fait observer le créateur de l'espèce. Quant à la seconde, *Ch. Strongylopeltis*, Schimper, dans l'ouvrage qui vient d'être cité, la sort des *Chelepteris* et la place dans un genre créé par Eichwald, pour une tige du Permien de Russie, les *Bathypteris*; je dois dire que, tel qu'il est constitué par Schimper, ce genre contient les choses les plus hétérogènes, puisque avec l'espèce primitive d'Eichwald, celle de Schenk, le célèbre paléontologiste y place le *Caulopteris Lesangeana* qu'il sépare, assez malheureusement, de ses congénères, pour le placer avec des formes qui n'ont aucune analogie avec lui et qui semblent bien être des fougères. En ce qui concerne

1. *Lethæa rossica*. Stuttgard, 1860, p. 98, pl. III, fig. 4-6; voir également les figures reproduites par Schimper, pl. LI, fig. 4-5.

2. *Beiträge zur Flora der Vorwelt*. *Palæontographica*, XI, 1863-1864, p. 303, pl. XLVI, fig. 1 et pl. XLIX, fig. 3-5.

notamment le *Ch. Strongylopeltis*, les figures de Schenk, soit celle qui donne l'ensemble du fossile, soit celles qui reproduisent les cicatrices foliaires, ne laissent aucun doute à ce sujet. C'est donc avec toute raison que Schimper l'a fait sortir du genre *Chelepteris* de Corda.

On voit, d'après ce qui précède, les fortes raisons qu'on peut invoquer pour conserver ce nom générique à l'ensemble des formes qui font, en ce moment, l'objet de notre étude ; il a été créé originairement pour elles et ne renferme qu'elles seules ; cet ensemble de formes est assez bien caractérisé pour qu'on puisse y réunir des formes semblables génériquement et en exclure, au contraire, ce qu'on y a placé à tort. Malgré ces raisons, il me semble que ce nom doit être abandonné, non point, je l'ai dit plus haut, à cause de l'idée fausse que peut donner le nom relativement à la nature des végétaux qu'il serait appelé à désigner, mais parce que la diagnose établie par Corda est fausse ; elle repose notamment sur une description de la cicatrice foliaire faite très certainement non sur les échantillons, mais d'après le texte et les figures de Schimper et A. Mougeot, laquelle, ce dernier auteur l'a montré, repose sur une erreur manifeste ; comme il s'agit ici d'un des caractères les plus importants invoqués par la diagnose, qui en outre est muette sur les feuilles mal connues alors, on voit que la diagnose ne repose nullement sur la réalité, qu'elle ne peut servir à déterminer le genre, puisqu'elle s'applique à tout autre chose que ce qui est réellement, que par suite elle ne comporterait pas de simples remaniements. Il me paraît donc qu'il faut l'abandonner et avec elle naturellement le nom générique auquel elle sert d'appui.

Quel est celui qu'il convient d'adopter ? évidemment celui de *Lesangeana* créé par A. Mougeot dans le mémoire cité plus haut ; il a pour lui la priorité et en même temps il a été établi sur des caractères précis et conformes à la réalité. S'il y a quelques modifications à faire à la description d'A. Mougeot, elles portent sur des points de détail et n'affectent pas le fond même, comme c'est le cas pour la diagnose donnée par Corda pour son genre *Chelepteris*.

Cette discussion, longue mais nécessaire, sur le nom générique à adopter, étant finie, voyons, en nous référant au travail d'A. Mougeot, ce qu'on sait de la structure des végétaux remarquables

qui nous occupent ; malheureusement, ainsi qu'il arrive le plus habituellement pour les fossiles végétaux du grès bigarré, la structure en est imparfaitement conservée, en ce sens que les tissus n'ont pas laissé de traces et que le plus souvent on est en présence de simples moulages, ne fournissant même pas d'indications sur la position relative des différentes régions de la tige et des feuilles.

Ce qu'il y a de mieux à faire, pour donner le plus de clarté possible à l'exposition de ce que nous connaissons de la structure de ces remarquables végétaux, est de commencer par décrire la plante dans son ensemble, puis de revenir sur les détails, afin de chercher à les expliquer au point de vue de la structure du végétal.

Sur l'échantillon le meilleur, en ce sens qu'il est le plus complet, celui qui est représenté figure 1, planche XXXII, de l'ouvrage de Schimper et Mougeot, figure 1, planche I, du mémoire d'A. Mougeot, et qui est reproduit ici planche XIV, on constate qu'il s'agit d'un végétal dont les tiges, courtes quoique un peu variables sous ce rapport, comme on peut le constater sur l'échantillon figure 2 de Schimper et A. Mougeot, dont le diamètre allait en augmentant de la base au sommet, en sorte que l'ensemble formait un cône ou mieux un tronc de cône renversé. A la partie inférieure on ne voit pas de traces de racines et il me semble assez probable, comme à A. Mougeot, que ces tiges étaient insérées sur un rhizome, dont nous possédons peut-être un échantillon, comme on le verra plus loin ; à la partie supérieure on voit les bases sur une plus ou moins grande longueur de feuilles allongées, rubanées entières, dont un autre échantillon, celui qui est représenté planche XXXII, figure 4, de l'ouvrage de Schimper et Mougeot, nous représente une touffe isolée de la tige qui les a portées, mais si complètement identiques de dimensions, de forme, de consistance, avec celles dont l'échantillon figuré ici nous fournit les bases, qu'il n'y a pas de doutes à avoir sur leur identité spécifique ; sur cette touffe, nous n'avons ni les bases ni les sommets d'aucune feuille ; comme elle mesure environ 20 centimètres de longueur, nous pouvons en conclure que la longueur totale des feuilles dépassait sensiblement celle-ci, puisque, surtout pour le sommet, rien n'indique qu'aucune des empreintes ait son extrémité actuelle très voisine de l'extrémité de l'organe complet ; ces feuilles ont une largeur de 25-26 millimètres ; elles sont remarquablement épaisses, assez pour que nous ayons le moule

de certaines d'entre elles et qu'on puisse constater que l'épaisseur était de 3 millimètres ; ces feuilles sont lisses, elles ne présentent pas de nervation distincte ; s'il semble parfois qu'il y en ait des traces, c'est, à mon avis, une simple apparence due à des plis longitudinaux qui se seraient formés sur la feuille probablement pendant qu'elle séchait⁽¹⁾ ; l'irrégularité de ces soi-disant nervures suffirait seule à faire adopter l'interprétation que j'en donne ; dans tous les cas, il n'y a là rien de semblable aux feuilles si franchement nerviées du soi-disant *Yuccites vogesiacus* de Schimper et A. Mougeot que le dernier de ces auteurs avait fini par identifier avec les feuilles de ses *Lesangeana*.

Ces feuilles s'amincissent légèrement vers la base, sans toutefois donner naissance à un véritable pétiole, comme l'avaient admis Schimper et A. Mougeot, qui voyaient seulement un organe de cette nature dans les bases de feuilles couronnant la tige de l'échantillon que j'ai eu plus particulièrement en vue dans tout ce qui vient d'être exposé. Elles prennent une section circulaire pour s'insérer sur la tige, les insertions étant contiguës ou presque contiguës. Elles tombaient en laissant une cicatrice centrale de même forme, de 7 millimètres de diamètre, dont la périphérie était formée par une bande solide ayant environ de $\frac{3}{4}$ à 1 millimètre d'épaisseur : c'est celle-ci qui, semblant parfois ouverte, en avant, par destruction accidentelle d'une partie de la cicatrice, avait semblé à Schimper et à son collaborateur la section d'un faisceau en fer à cheval, tel qu'on en rencontre chez plusieurs fougères, qui a conduit Schimper à constituer, pour la plante qui nous occupe, son genre *Cyatheopteris* ; tandis que A. Mougeot, qui en a reconnu la véritable forme, y a vu, au contraire, un argument en faveur de sa nouvelle manière d'interpréter ce fossile si intéressant ; au centre de l'empreinte cicatricielle se trouve un mamelon, tantôt en forme de calotte sphérique, tantôt plus ou moins tronconique à face supérieure bombée ; souvent, peut-être toujours, cette différence est due, semble-t-il, à un état de conservation un peu différent. Ce mamelon présente, en général, de nombreuses dépressions très petites, mais très visibles ; quand elles manquent, en tout ou en partie, cela est dû certainement à un

1. Il n'est pas impossible cependant qu'ils se soient produits sur la feuille même à l'état de vie ; on voit de ces larges sillons sur les feuilles épaisses de certaines plantes du groupe des Liliacées entendu dans son sens le plus large.

mode de conservation plus imparfait ; lorsque le mamelon en question apparaît sur une certaine longueur, on voit que ces dépressions correspondent à des cavités cylindriques, comme Schimper et A. Mougeot et plus tard A. Mougeot l'avaient figuré, mais assez schématiquement et comme on le voit sur la figure de la planche XIV, notamment en *a* ; on ne peut, d'ailleurs, les suivre sur une bien grande longueur et il n'est pas certain que celle-ci ait été bien forte. Sur un certain nombre de cicatrices, ce mamelon se divise nettement en deux parties, une centrale et une externe, sous forme d'une lame se distinguant plus ou moins nettement de la portion centrale.

Comme on le voit, cette structure de la cicatrice est très différente de ce qu'on observe chez les fougères ; il en est de même des feuilles, qui n'ont rien de ce qu'on rencontre dans cette classe. C'est ce qui a conduit A. Mougeot à les en sortir ; il a été confirmé dans sa manière de voir par l'examen de deux tiges, à structure en partie conservée, chez lesquelles il a constaté que la tige, au lieu de présenter un cercle de larges faisceaux entourant une moelle plus ou moins volumineuse, avait au contraire un bois axile d'où se détachaient les faisceaux se rendant aux feuilles.

Voyons maintenant l'interprétation que A. Mougeot a donnée de tout ce qui vient d'être exposé ; nous verrons ensuite ce qu'il convient d'en accepter ou d'en rejeter.

A. Mougeot a d'abord très bien vu ce qui avait échappé à lui et Schimper, le lien certain, car il s'observait même sur des échantillons figurés par eux et bien vus par leur dessinateur, entre les tiges du *Caulopteris Lesangeana* et les feuilles allongées entières qu'ils n'en avaient rapprochées qu'avec beaucoup de doute ; mais allant plus loin, il a identifié avec ces feuilles celles que lui et son collaborateur avaient décrites sous le nom de *Yuccites vogesiacus* ; on verra plus loin les fortes objections qui s'élèvent contre cette manière de voir. Quant à la tige, il lui rattachait, comme partie tout à fait extérieure de l'écorce, le *Caulopteris tessellata* ; j'ai déjà dit plus haut, et je le montrerai en détail un peu plus loin, que cette opinion est insoutenable.

Reste ce qu'il a dit de la tige ; en ce qui concerne la structure interne de celle-ci, je n'ai malheureusement pu retrouver la tige qu'il a représentée figure 5, planche II, de son mémoire ; mais cette figure sans être parfaite est visiblement la représentation de

la réalité et elle lui donne complètement raison ; de plus, j'ai trouvé dans sa collection un autre échantillon dont la partie centrale a malheureusement disparu, mais la région corticale est assez bien conservée en ce sens que non seulement on voit les cicatrices externes, mais que de plusieurs de celles-ci on voit partir et descendre au milieu du grès qui a remplacé le parenchyme les moules de faisceaux foliaires qui se dirigent vers le centre de la tige ; il semble bien qu'ils descendent assez loin vers l'intérieur de celle-ci.

J'ai trouvé aussi dans la collection Mougeot un autre échantillon provenant également de Baccarat, malheureusement très fruste, rapporté avec raison je crois par Mougeot au *Lesangeana Hasseloti*. Dans la partie externe, tous les tissus sont remplacés par du grès, mais au centre on voit une région axile aplatie, probablement cylindrique à l'état de vie, en grande partie remplacée par un corps brun qui paraît surtout, si ce n'est exclusivement, du peroxyde de fer, conservant encore, semble-t-il, quelque chose de la structure du bois. Cette tige serait sensiblement plus cylindrique et plus allongée que les autres, puisqu'elle mesure 20 centimètres sans présenter aucun rétrécissement basilaire tel qu'on en voit sur les autres tiges ; peut-être serait-ce un de ces rhizomes que A. Mougeot dit avoir existé chez l'espèce et qui d'après lui auraient eu un aspect stigmarioïde.

Quant aux cicatrices laissées par les feuilles, A. Mougeot admet que le bourrelet extérieur plus solide correspond à un cercle de vaisseaux se trouvant dans la partie externe de la base de l'organe, les canalicules du mamelon étant les sections des vaisseaux qui pénétraient dans le limbe de la feuille en s'y étalant d'une façon correspondant à l'élargissement de l'organe.

Dans tout ce qui vient d'être exposé, A. Mougeot a eu en vue exclusivement le *Caulopteris Lesangeana* Sch. et A. Moug., mais il fait observer que le *C. Voltzii* Sch. et A. Moug. a la même structure pour tout ce qu'on connaît de lui, qu'il aurait vu une tige de cette espèce présentant la structure interne qui vient d'être décrite ; quant aux cicatrices foliaires, elles présentent aussi un bourrelet fermé et c'est par suite de l'erreur déjà signalée que les auteurs l'avaient considéré comme un faisceau en fer à cheval, ouvert, par conséquent, à sa partie inférieure.

A. Mougeot, après avoir ainsi établi les caractères de son genre

et montré qu'il s'écartait très notablement des fougères arborescentes, se déclarait fort embarrassé pour en établir la place taxinomique; il lui semblait toutefois devoir prendre place entre les Fougères et les Lycopodinéés, mais avec des affinités bien plus marquées, qu'il faisait ressortir, du côté des secondes; suivant lui les feuilles rappelaient aussi les *Næggerathia* aujourd'hui rattachés aux Cycadinéés; mais cette analogie reposait sur une erreur commise, à mon sens, relativement à la structure de ces organes, comme on le verra plus loin.

Ces vues d'A. Mougeot étaient fort remarquables et exactes dans leur ensemble; elles soulèvent cependant, sur certains points, des observations conduisant à des rectifications ou à des additions.

En ce qui concerne les feuilles, A. Mougeot, tout en voyant bien la forme générale, s'est trompé, je crois, en leur identifiant les empreintes foliaires que Schimper et lui avaient décrites sous le nom de *Yuccites*, y voyant, ce nom l'indique, des feuilles de monocotylédones; ce qui les avait conduits à cette première manière de voir, c'était la nervation parallèle très nette chez ces soi-disant *Yuccites*, ce qui semblait alors être l'apanage exclusif des monocotylédones. Ce caractère, il l'attribuait aussi aux feuilles encore attenantes aux tiges de son *Lesangeana* ou trouvées en touffes à côté d'elles et leur appartenant bien évidemment; mais il me semble qu'en agissant ainsi il a commis une erreur assez compréhensible si l'on examine les bases des feuilles attenantes à la tige reproduites planche XIV, qui présentent en effet quelque chose d'analogue à des nervures, assez grossières du reste, mais dont on ne trouve pas d'analogues ailleurs, surtout sur la grande et belle touffe de feuilles du *Lesangeana Hasseloti* représentée figure 4, planche XXXII, de l'ouvrage de Schimper et Mougeot, comme on peut s'en convaincre par l'examen de l'échantillon lui-même que j'ai trouvé dans la collection Mougeot. Ces soi-disant nervures du premier échantillon, dont on trouve seulement des traces sur les autres, me paraissent s'expliquer bien mieux par des plis longitudinaux qui se sont formés sur l'organe, probablement par un commencement de dessiccation avant fossilisation; mais, indépendamment de cette absence de nervation visible, il y a d'autres raisons pour admettre que les *Yuccites* et les feuilles des *Lesangeana* sont choses distinctes: c'est que

nous possédons un rameau feuillé d'*Yuccites*, celui qui est représenté planche XXI, figure 1, de l'ouvrage de Schimper et Mougeot, et qui sera représenté et étudié plus loin; or il est visible sur la figure et mieux encore sur l'échantillon qu'a bien voulu me communiquer M. le Dr Puton, auquel il appartient, qu'il s'agit d'un très petit rameau n'ayant rien de commun avec la tige épaisse des *Lesangeana*. Enfin, il y a une différence profonde de structure et de consistance entre les feuilles des deux genres; alors que chez les *Yuccites* l'organe était mince, laissant une empreinte peu marquée sur la roche, la feuille des *Lesangeana* était épaisse, au point de former assez souvent un moule atteignant une épaisseur de 3 millimètres dans la région moyenne, peut-être même supérieure à 7 millimètres vers la base, là où l'organe se rétrécissait et s'arrondissait pour s'insérer sur les tiges en formant les cicatrices qui ont été décrites plus haut.

L'attribution du *Caulopteris tessellata* aux *Lesangeana*, comme écorce externe, ne me semble pas non plus admissible; il est singulier même qu'A. Mougeot l'ait proposée, alors qu'avec Schimper il avait si bien établi la différence considérable existant, au point de vue de l'indice d'insertion des cicatrices foliaires, entre les deux tiges. On a vu plus haut, en outre, que la trace des faisceaux vasculaires et de la cicatrice foliaire du premier diffère complètement de celle du second. Cette trace foliaire chez les *Lesangeana* me semble devoir être qualifiée d'arrondie bien plutôt que de rhomboïdale, comme l'a fait A. Mougeot; sous ce rapport, lui et son collaborateur, ce dernier seul ensuite, avaient mieux vu lorsqu'ils qualifiaient les cicatrices d'arrondies parfois allongées, ce qui tient dans ce dernier cas, pour le *L. Hasseloti*, à leur état de conservation.

Je ne vois pas non plus que A. Mougeot, pas plus que son collaborateur, se soient exprimés bien nettement sur la lame extérieure au mamelon central qui paraît avoir donné lieu à leur erreur primitive, et qu'ils paraissent avoir confondue en certains cas avec la partie externe du pétiole, quelques cicatrices avec le bourrelet qui les entoure présentant, il faut en convenir, de réelles difficultés d'interprétation.

En résumé, le *Lesangeana Hasseloti*, l'espèce-type, me semble avoir présenté un rhizome plus ou moins allongé, soit souterrain, mais alors très rapproché de la surface du sol, soit rampant à la

surface de celui-ci ; les belles cicatrices foliaires qui se trouvent dès la base des rameaux (tiges) se détachant de ce rhizome militent en faveur de cette position superficielle ; la présence d'un rhizome me semble démontrée non seulement par les observations d'A. Mougeot relatées plus haut, mais par ce fait que les tiges normales, même lorsqu'on les possède à peu de chose près dans leur entier, comme celle représentée planche XIV, n'offrent pas traces d'un système racinaire. Ces tiges, d'abord très étranglées, s'élargissent rapidement, prenant ainsi la forme d'un cône renversé ; elles portent au sommet des feuilles allongées à bords parallèles, entières, très épaisses ; d'après les cicatrices qu'elles ont laissées sur la tige, elles se rétrécissaient rapidement vers leur base et prenaient une forme cylindrique à leur point d'insertion, lequel était entouré d'un bourrelet plus ou moins marqué ; d'après ce qu'on voit sur les cicatrices centrales, on peut conclure, au point de vue de leur structure, qu'elles présentaient extérieurement une région sans doute exclusivement parenchymateuse et très solide, probablement à raison de la présence d'éléments sclérenchymateux, puis un faisceau vasculaire arrondi pénétrant dans la feuille, divisé en deux régions, une externe et une interne, la première correspondant probablement au liber, l'autre au bois, comme cela paraît être chez les *Lepidodendron* ; il me semble que ce faisceau ne se divisait pas dans la feuille, qu'il ne formait pas une nervation apparaissant à la surface de celle-ci, mais qu'il s'étalait, était noyé dans un parenchyme sans doute riche en eau, comme cela se voit pour les faisceaux vasculaires chez beaucoup de plantes grasses et chez certaines plantes aquatiques submergées. Ces cicatrices foliaires très rapprochées, longtemps persistantes, forment un des caractères les plus marqués des tiges de *Lesangeana*. Elles étaient d'ailleurs plus ou moins saillantes, quelquefois presque autant que sur les tiges de fougères fossiles dont on a fait le genre *Tubicaulis*.

Chez le *L. Hasseloti*, on ne voit pas de racines adventives entre les cicatrices foliaires ; Schimper n'en signale pas non plus chez le *L. (Chelepteris) vogesiaca*, dans le *Traité de paléontologie*, où il sépare cette espèce du *Chelepteris Voltzii*, et il semble bien qu'il n'y en ait pas si on se reporte à la belle figure d'un échantillon de Baccarat, d'abord donnée dans la *Monographie* et reproduite figure 1, planche LI du *Traité de paléontologie* ; le *L. (Chelep-*

teris) *Voltzii*, tel que l'entend Schimper dans le *Traité de paléontologie*, en aurait été pourvu, ce que justifie non seulement la figure, mais l'examen d'un bel échantillon de Ruaux, qui m'a été communiqué par M. le Dr Puton, et celui d'un autre échantillon du Saut-du-Cerf, près d'Épinal, appartenant à la Sorbonne. La présence de ces organes sur une espèce, alors qu'ils font défaut chez les autres, n'a rien d'extraordinaire; on l'observe, dans la nature actuelle, chez plusieurs genres: ainsi, pour citer un exemple très connu, chez les *Ficus*, parmi les phanérogames.

Ce genre remarquable ne paraît pas avoir existé avant le Trias; il s'est prolongé, comme il a été dit plus haut, dans le Rhétien, mais ne paraît pas avoir été rencontré plus haut. Dans le Rhétien même, il semble rare, puisque à ma connaissance il n'y a pas de type spécifique établi en dehors de celui créé par Schenk et celui-ci paraît être un fossile fort rare. Dans le Trias, le genre est au contraire représenté par plusieurs espèces, et d'assez nombreux individus de celles-ci ont été rencontrés dans le grès bigarré des Vosges, surtout, si ce n'est exclusivement, dans les couches les plus élevées, celles qu'on classe aujourd'hui à la base du Trias moyen. On l'a observé, dans cette région, en plusieurs localités soit du versant lorrain soit du versant alsacien, et M. Blankenhorn l'a retrouvé, quoique très peu abondant, dans les environs de Commern, au nord de l'Eifel, représenté par le *L. (Chelepteris) Voltzii*, mais avec doute quant à l'espèce. Dans le tableau récapitulatif qu'il donne de la flore du Trias, il indique cette même espèce dans le Schwarzwald. Schenk, plus précis, donne la localité de Durlach; M. Blankenhorn le signale également dans le Palatinat, enfin il indique le *Lesangeana Hasseloti* avec doute dans le Schwarzwald.

Toutes ces localités, on le voit, sont situées dans la région formée par les Vosges, le Schwarzwald et leurs prolongements parallèlement au Rhin; il serait intéressant de savoir si le genre a été rencontré ailleurs, dans un dépôt triasique bien daté et d'horizon identique à celui du grès bigarré, entendu dans son sens le plus large. Les localités de cet âge présentant des restes végétaux sont d'ailleurs fort rares en Europe. L'une d'elles est bien connue, c'est celle de Recoaro, dans les Alpes italiennes, dont la flore fossile, étudiée par Massalonga, sans qu'il ait eu le temps de la

publier, a fait l'objet d'un mémoire de Zigno⁽¹⁾. Parmi ces restes végétaux, Massalongo avait décrit trois fragments de tiges qu'il avait rapportées au genre *Caulopteris*; celle qu'il avait nommée *C. Maraschiniana* lui avait semblé présenter des analogies avec les *Caulopteris* décrits par Schimper et A. Mougeot. Zigno, après avoir fait observer le médiocre état de conservation de l'unique échantillon sur lequel est basée cette espèce, dit qu'après avoir d'abord pensé qu'il s'agissait de tout autre chose, il a fini, après une étude soignée, par se rallier à l'opinion de Massalongo; c'est aussi ce qui me semble être l'interprétation la plus naturelle de ce fossile, non seulement d'après le texte, mais par la figure qui en est donnée (pl. I, fig. 5). Cependant, il faut convenir qu'un examen de l'échantillon lui-même pourrait seul permettre de se faire une opinion ferme, en admettant que cela fût possible. Malheureusement, la collection de Massalongo, déposée au musée de Vérone, se trouvait dans les salles du rez-de-chaussée qui ont énormément souffert de la dernière inondation de l'Adige, avant la construction de la digue actuelle; en sorte que, malgré l'aide très obligeante de M. Enrico Nolis, que je suis heureux de remercier ici, il m'a été impossible de retrouver cet échantillon. Il n'y a donc pour l'attribuer aux *Lesangeana* qu'une grande probabilité, basée sur la taille de la tige, sur l'espacement, la taille, la forme et, dans une certaine mesure, la structure des cicatrices foliaires.

En Amérique, dans la flore secondaire de Virginie, que M. Fontaine avait d'abord décrite comme rhétienne, mais qui semble, de plus en plus, devoir être rapportée au Trias, je trouve un fossile qui me paraît pouvoir appartenir aux *Lesangeana*. L'auteur, à la page 91 de son ouvrage⁽²⁾, le donne comme l'empreinte d'une tige indéterminée, qu'il croit avoir cependant ses plus grandes affinités avec les Cycadées. Il fait ressortir toutefois ce fait que les cicatrices foliaires allongées dans le sens vertical ne ressemblent guère au type habituel dans cette classe; qu'il y a une analogie d'aspect avec les tiges du type *Lepidodendron*, et il ajoute qu'en définitive ce pourrait bien être une tige de coni-

1. « Sulle piante fossili del Trias di Recoaro ». Venise, 1862. (Extrait du tome XI des *Notizie dell' Istituto veneto*.)

2. *Contribution to the knowledge of the older mesozoic Flora of Virginia*, 1883, p. 91, pl. XLVIII, fig. 5.

fière. On voit, d'après cela, combien ont été grandes les hésitations de l'auteur, qui se traduisent encore par ce fait qu'il n'a point donné de nom soit spécifique, soit même générique, à ce fossile. Aucune des attributions proposées ne me semble satisfaisante, mais par contre, lorsqu'on examine la figure fournie, quoiqu'elle soit visiblement schématisée, il est difficile de n'être pas frappé de sa ressemblance avec une tige de *Lesangeana*, surtout de *L. Voltzii*, et le texte, par ce qu'il dit de la forme allongée des cicatrices, du rebord bien net et de la cicatricule terminale vasculaire qu'elles présentent, de la dépression qui les entoure, corrobore cette impression.

De tout ce qui vient d'être exposé, il résulte que les *Lesangeana* ne paraissent pas avoir apparu avant le Trias et qu'ils l'ont fort peu dépassé puisqu'on ne les rencontre plus après le Rhétien, où ils sont d'ailleurs fort rares. Ce serait d'après cela une des formes caractéristiques de la flore du Trias ; assez communs dans les Vosges, où ils ont été trouvés en plusieurs localités, ils ont été rencontrés moins abondamment dans les régions avoisinantes ; enfin, si, comme je le crois, l'interprétation que je donne des tiges signalées par Massalongo et Zigno dans les Alpes italiennes, par M. Fontaine en Virginie est exacte, on les rencontrerait dans tous les endroits où on a trouvé des flores triasiques quelque peu bien représentées ; toutefois, ils seraient beaucoup moins abondants en Italie et en Virginie que dans la région du Rhin ; encore est-il juste de faire observer que les récoltes de fossiles ont été beaucoup moins abondantes, surtout dans le premier pays, que dans les Vosges, où les fossiles végétaux se trouvent en de très nombreux endroits et ont fait depuis assez longtemps l'objet des recherches de collectionneurs assez nombreux également.

Tous les *Lesangeana* bien connus ont été trouvés dans les Vosges lorraines, je vais donc examiner ce qui concerne plus spécialement chacune d'eux, en commençant par l'espèce-type. J'utiliserai pour les diagnoses celles fournies par Schimper et A. Mougeot d'abord, puis par Schimper seul, me bornant à les modifier dans ce qu'elles ont d'inexact.

38. **L. Hasseloti** A. Mougeot. Observ. sur le *Caulopteris Lesangeana*, etc. *Ann. Soc. Ém. des Vosges*, VII, 1849-1850, p. 185 et suiv., pl. I et II. Pl. XIV et pl. XV, fig. 2.

Caulopteris Lesangeana Sch. et A. Moug., *Monogr.*, p. 67, pl. XXXII. 1844.
Chelepteris Lesangeana Corda, *Beitr. zur Flora der Vorwelt*, XXXIII-IV.

1845.

Bathypteris Lesangeana Sch., *Traité de paléontologie*, I, p. 704. 1869.

Thamnopteris pour l'ensemble des *Chelepteris* du grès bigarré. Schimper, *Palæophytologie*, p. 145. 1879.

Lesangeana Hasseloti A. Mougeot, *Blankenhorn. Die foss. flor. des Buntsandsteins*, p. 146 (*pro parte*). 1886.

Caudice erecto vel ascendente, hodie valde compresso, verisimiliter sectionem circularem præbente quando erat vivus, 16-20 cent. longo, 8-9 crasso, basim versus angustato et leniter curvato; foliorum cicatricibus sat approximatis, suborbicularibus, diametro 6-10 mill. metientibus; foliis integris valde elongatis crassis, plus quam 20 cent. longis, 25 mill. latis.

Les beaux échantillons contenus dans la collection Mougeot permettent de se rendre très bien compte de ce qu'était non seulement la structure du genre, mais encore la forme et par suite les caractères de l'espèce.

Les tiges sont courtes, ne dépassant pas, pour celles qui sont le plus entièrement conservées, une hauteur de 20 centimètres; au moins, il semble qu'on peut admettre cette dimension en tenant compte de la petite portion de l'organe manquant vers la base. Il y a bien dans la collection Mougeot un échantillon très fruste, il est vrai, mais attribué avec raison, je crois, par A. Mougeot à cette espèce, lequel indiquerait une hauteur plus grande, puisque, dans son état actuel, sans trace de base ni de sommet, il mesure 20 centimètres de longueur, mais il est de forme très différente des échantillons portant des feuilles, puisqu'il devait être cylindrique à l'état de vie; j'ai déjà dit plus haut qu'il me semblait devoir être le rhizome dont se détachaient les tiges feuillées.

Celles-ci, très étroites à la base, où elles devaient être insérées sur ce rhizome, s'élargissaient ensuite progressivement jusqu'au sommet portant les feuilles, où elles présentaient leur largeur maximum; à l'état de vie, elles devaient être coniques: le sommet du cône, ou pour mieux dire du tronc de cône à base supérieure très petite, était en connexion avec le rhizome, et la face large portait les feuilles; mais, dans l'état où la fossilisation nous les a conservées, ces tiges sont fortement comprimées, la largeur maximum étant de 8 à 9 centimètres, tandis que l'épaisseur ne dé-

pas 3 centimètres et demi ; les feuilles, après leur chute, laissent des cicatrices arrondies de la structure décrite dans les généralités relatives au genre *Lesangeana* ; celles-ci sont très rapprochées, recouvrant par suite toute la tige, de la base à l'endroit où on commence à voir des restes de feuilles, c'est-à-dire très près du sommet morphologique ; les dimensions en sont un peu variables d'une tige à l'autre, comme il a été dit dans la diagnose et comme on peut le constater sur les figures des planches XIV et XV⁽¹⁾.

Deux échantillons, dont celui figuré planche XIV, portent des feuilles, ou pour mieux dire leurs bases. C'est ce que Schimper et Mougeot avaient pris pour les bases de pétioles de fougères, avec quelques doutes cependant, car la figure 4 de la planche XXXI de leur ouvrage, relative à leur *Caulopteris Lesangeana*, reproduit une touffe de feuilles, trouvée dans les mêmes carrières que les tiges ; ils les considéraient comme pouvant être les feuilles de celles-ci qu'il faudrait alors, ils le faisaient déjà observer avec raison, sortir des fougères avec lesquelles elles seraient sans analogie. Le rapprochement, douteux pour les auteurs de la *Monographie*, est très réel, il suffit de comparer ces feuilles aux bases des mêmes organes qui se trouvent au sommet des tiges pour constater que ce sont objets identiques. C'est en s'appuyant sur ce paquet de feuilles qu'on peut constater la longueur certainement assez considérable de ces organes, puisque les plus grands fragments dépassent 20 centimètres de longueur, sans qu'on voie ni une base ni un sommet de ces organes ; la largeur est de 25 millimètres ; elles sont épaisses, comme il a déjà été dit plus haut.

Ainsi qu'il a déjà été dit aussi, on ne voit point de racines à la base des tiges, et, chez l'espèce étudiée en ce moment, on ne voit pas non plus de racines adventives sur les tiges ; il n'y a non plus aucun vestige d'organes reproducteurs.

Le *L. Hasseloti* paraît avoir été assez commun dans l'endroit où croissaient les végétaux qui se sont fossilisés, aux environs de Baccarat, puisqu'on en a trouvé plusieurs échantillons dans une carrière qui était, je crois, assez petite ; mais il paraît avoir été rare ailleurs. M. Blankenhorn, dans un des tableaux de son *Mémoire*, le cite en dehors de Baccarat, à Soultz, dans les Vosges

1. La portion de tige représentée planche XV, figure 2, paraît d'ailleurs avoir appartenu à un individu d'assez forte taille.

alsaciennes, ce qui me semble une indication erronée, car elle ne se trouve ni dans l'ouvrage de Schimper et Mougéot, ni dans le *Traité de paléontologie végétale* du premier. Il la cite aussi, mais avec doute, dans le Schwarzwald. Pour moi, en dehors des échantillons de Baccarat, je n'en ai vu qu'un attribuable à cette espèce ; il a été recueilli par Liétard à proximité de Plombières. Je crois l'attribution certaine ; cependant, l'échantillon est fragmentaire et en assez mauvais état, ce qui laisse prise à un peu de doute.

Grès bigarré. Meurthe-et-Moselle : Baccarat (*Lesaing*) [coll. Mougéot]. — Vosges : environs de Plombières (*Liétard*) [coll. Faculté des sciences de Nancy]. R.

39. *L. vogesiaca* Sch. sp.

Caulopteris Voltzii Sch. et A. Mougéot, *Monogr. des pl. foss. du grès bigarré des Vosges*, p. 65 (*pro parte*), pl. XXX et XXXI, fig. 2. 1844.

Chelepteris vogesiaca Sch., *Traité de pal.*, I, p. 702, pl. LI, fig. 1 et 3. 1869.

Trunco cylindrico ? longitudine plus quam 29 cent., latitudine 6-7 c. metiente, petiolorum pulvillis abovato-oblongis, 6 mill. circa latis, haud contiguis, radiculis adventitiis nullis.

Les échantillons qui ont servi à établir cette espèce avaient primitivement été réunis par Schimper et Mougéot à leur *Caulopteris Voltzii* : c'est Schimper qui, dans son *Traité de paléontologie*, les en a distraits, avec raison, semble-t-il ; les cicatrices laissées par les feuilles étant moins allongées que chez les échantillons dont il a fait son *C. Voltzii* emend., j'ajoute que, chez ce dernier, comme on peut le constater par la diagnose et les figures de Schimper, il y a bien évidemment, le long de la tige, des racines adventives qui font défaut chez le *L. vogesiaca* ; sous ces deux rapports, celui-ci se rapproche davantage du *L. Hasseloti*, dont il s'éloigne d'ailleurs par ses tiges très sensiblement plus allongées, cylindriques sur la plus grande partie de la longueur, peut-être coniques à leur extrémité inférieure, ce qu'on ne peut constater, puisque celle-ci manque sur les échantillons, mais nettement atténuées au sommet, tandis que cette partie de la tige est la plus large chez le *L. Hasseloti* ; une différence non moins importante que le *L. vogesiaca* possède, en commun, avec le *L. Voltzii*, c'est l'écartement des cicatrices foliaires ; il est dans une même spire de 8 à 9 millimètres.

On ne peut savoir quelles étaient exactement les dimensions de

la tige, puisqu'on n'en possède pas qui soient entières, comme c'est le cas pour le *L. Hasseloti*; quant au diamètre, il est également altéré par la compression. Aucun échantillon ne portant de feuilles, on ne sait quelles étaient les dimensions de celles-ci.

Cette espèce, sans être commune nulle part, paraît avoir été assez répandue; Schimper la signale sur les deux versants des Vosges, Blankenhorn dans le Schwarzwald, le Palatinat et avec doute à Commern. La figure qu'il donne de l'unique échantillon trouvé par lui dans cette localité légitime le doute, mais justifie également la probabilité de l'attribution. C'est, en somme, le versant lorrain qui, pour cette espèce de même que pour les autres du genre, paraît être le plus riche.

Grès bigarré. Meurthe-et-Moselle : Baccarat (*Lesaing*) ex Schimper et A. Mougeot. — Vosges : Grandvillers (coll. Mougeot). R.

40. *L. Voltzii* Sch. sp. Pl. XIII, fig. 3.

Caulopteris Voltzii Sch. et A. Moug., *Monogr. des pl. foss. du grès bigarré des Vosges*, p. 65 (*pro parte*), pl. XXXI, fig. 1. 1884.

Chelepteris Voltzii Sch. *Tr. de pal. végét.*, p. 703, pl. XXXI, fig. 1. 1899.

Trunco cylindrico, petiolorum pulvinulis majoribus, oblongis; longitudine 12 mill., latitudine 6 mill. metientibus, haud contiguïs; radicibus adventitiis flexuosis intertextis.

Un très bel échantillon de Ruaux, appartenant à M. le Dr Putton, de Remiremont, que je remercie bien vivement de me l'avoir communiqué, m'a permis de faire une étude très approfondie de cette espèce qui, plus que la précédente, s'éloigne du *L. Hasseloti*, mais qui appartient bien certainement au genre, comme l'admettait A. Mougeot, dans sa note déjà plusieurs fois citée. C'est la même structure pour la cicatrice foliaire, seulement le mamelon vasculaire central est beaucoup moins large; la cicatrice présentant, de part et d'autre, à peu près les mêmes dimensions, ce mamelon mesure seulement 2 millimètres de diamètre chez le *L. Voltzii*.

Comme chez le *L. vogesiaca*, la tige était cylindrique, mais elle devait être encore plus haute, car l'échantillon de Ruaux, très supérieur sous ce rapport à celui figuré par Schimper, mesure 24 centimètres de longueur, sans qu'on constate que les extrémités soient rapprochées de la base ni du sommet, bien que, pour ce dernier, il y ait un peu de doute, la tige dans le genre

étant tantôt atténuée, tantôt de mêmes dimensions ou même élargie à la partie supérieure; elle était plus large aussi, puisqu'elle mesure 10 centimètres, ce qui s'accorde avec l'échantillon figuré par Schimper, qui mesure seulement 9 centimètres, mais ne paraît pas avoir un de ses bords au moins intégralement conservé.

Les cicatrices foliaires sont plus grandes et surtout plus oblongues, comme on peut le voir par les chiffres de la diagnose, que chez le *L. vogesiaca*; elles sont également fort écartées les unes des autres et à peu près du même espacement: de milieu en milieu de cicatrices, il y a environ 20 millimètres. Enfin, un caractère très net de cette espèce, c'est la présence de racines adventives non discutables.

La présence dans un même genre d'espèces avec ou sans racines adventives n'aurait rien d'extraordinaire, nous en avons des exemples dans la création actuelle soit pour des cryptogames vasculaires, soit pour des angiospermes; cependant, il est incontestable que non seulement à raison de cette particularité de structure, mais encore pour plusieurs autres, le *L. Voltzii* s'éloigne assez sensiblement du *L. Hasseloti*, bien qu'il s'y rattache étroitement par la structure de la cicatrice foliaire. D'après cela, il ne me semble pas impossible que les *Lesangeana* constituent non un genre, mais une petite famille dans laquelle il y aurait lieu d'établir des coupes génériques, si nous possédions des échantillons complets, c'est-à-dire pourvus non seulement de leurs feuilles, mais encore de leurs organes reproducteurs.

Au cas particulier, nous ne possédons, pas plus que pour le *L. vogesiaca*, des échantillons feuillés et nous ne connaissons même pas de feuilles isolées, trouvées à côté des tiges et qu'on pourrait leur rapporter avec quelque vraisemblance.

Cette espèce a été signalée jusqu'à présent seulement dans le grès bigarré, en Lorraine; sans être commune, elle paraît y être moins rare que les autres.

Grès bigarré. Vosges: Épinal (*Hogart*) [1] [coll. Mougeot]; Épinal, Saut-du-Cerf [coll. de la Sorbonne] (?); Ruaux [coll. Puton].

1. D'après la figure 13, planche XIII de la *Description..... du système des Vosges*. Épinal, 1837. Bien que cette figure soit très médiocre, la forme et l'écartement des cicatrices foliaires sont suffisamment bien indiquées pour que l'attribution au *L. Voltzii* me semble certaine.

2. Cet échantillon est représenté planche XIII, figure 3; je le rapporte au *L. Voltzii*, parce qu'il s'y rattache par l'ensemble de ses caractères; il y a cependant un peu de

41. *L. micropeltis* Sch. et A. Moug. sp.

Caulopteris micropeltis Sch. et A. Moug., *Monogr.*, etc., p. 67, pl. XXXI, fig. 3. 1844.

Chelepteris micropeltis Sch., *Traité de Pal. vég.*, p. 703. 1869.

Foliorum cicatricibus ovalibus fere orbicularibus; minutis diametro 4 mill. metientibus, sat approximatis.

Cette espèce a été établie sur deux échantillons de la collection Mougeot que je n'ai pu revoir au moment de ma rédaction ; mais rien que d'après la figure, sans compter mes souvenirs, il paraît bien certain qu'il s'agit d'un *Lesangeana* et qu'il est différent des autres espèces par ses petites cicatrices assez rapprochées, quoique encore nettement espacées. C'est du *L. vogesiaca* qu'il se rapprocherait le plus. Il n'a jamais été signalé d'une façon certaine que dans le grès bigarré ; les indications contraires contenues dans quelques publications ou collections lorraines reposent, j'ai pu m'en assurer, sur des erreurs de détermination.

Grès bigarré. Vosges : Grandvillers (coll. Mougeot).

(A suivre.)

doute, résultant de ce que la cicatrice, tout en restant très allongée, est un peu plus large ; elle peut atteindre 8 millimètres et le mamelon central 3 à 4 millimètres de largeur ; il est probable qu'il s'agit simplement d'un pied plus vigoureux de l'espèce.

NOTE

SUR LA

DÉTERMINATION DU COURANT

QUI A AMENÉ LES ÉLÉMENTS D'UN CONGLOMÉRAT

Par E. NOËL

Dans deux communications précédentes⁽¹⁾, j'ai montré qu'un galet mobile sur le fond, dans un courant liquide, s'oriente le grand axe perpendiculaire aux filets d'eau. J'en ai même déduit deux méthodes pour la détermination de la direction du courant dans un conglomérat. Il y aurait lieu cependant de préciser et de compléter certains points, de rechercher les cas où ces méthodes peuvent être en défaut, les moyens de contrôle que l'on peut avoir et les méthodes qui seraient même à employer.

D'abord, un conglomérat peut être une formation déposée en eau courante ou agitée, ou en eau tranquille, ou être enfin le résultat du remaniement d'un grès, sable ou limon à galets, par une eau courante.

Certaines formations détritiques, comme les formations de deltas, ont déjà été étudiées dans leur forme générale par M. Fayol, qui a bien mis en évidence leur mode de stratification inclinée⁽²⁾. M. Gruner⁽³⁾ aussi a montré « des formations cunéiformes » dans les conglomérats torrentiels du bassin de la Loire.

1. *C. R. Ac. Sc.* 4 déc. 1905 et *B. Soc. Sc. Nancy*, déc. 1905, p. 84.

2. « Résumé de la théorie des deltas et de la formation du bassin de Commeny ». (*B. S. g. F.* [3], XVI, 1887-1888, p. 969-978 et *Bull. Soc. Ind. Min.*, 2^e série, t. XV, 3^e et 4^e livraisons.)

3. *Etudes des gites minéraux de la France*. Bassin de la Loire. Paris, 1882.

M. Lemièrre, ayant repris la question de la formation de la houille pour le bassin de Rive-de-Gier et Saint-Chamond (bassin de la Loire), parle lui aussi en 1902 de « formations coniques » (1), puis, élargissant ses recherches, il est amené à s'occuper des profils sédimentaires théoriques (2).

C'est alors qu'il est conduit à distinguer les formations en eaux courantes des formations en eaux tranquilles.

Dans le premier cas, « on constate que ce sont les corps les plus volumineux et les plus lourds qui restent en arrière, tandis que les plus petits et les plus légers vont se déposer plus loin ». Si l'on applique le calcul au problème, on constate que, pour une inclinaison et un coefficient de frottement quelconques, mais communs à l'ensemble, une même vitesse de l'eau u communiquera la même vitesse x à tous les corps pour lesquels $\frac{S}{V} \frac{1}{d-1}$ aura la même valeur (S étant la surface, v le volume, d la densité). Ces corps sont dits équivalents en eau courante.

Dans le deuxième cas, celui d'un talus naturel formé par éboulement ou par versage dans l'air ou dans l'eau, on constate que ce sont les matériaux les plus gros et les plus lourds qui occupent la base du cône de déjection. Les corps tendent vers une vitesse limite x dans laquelle entre comme terme principal l'expression $\sqrt{\frac{V}{S} (d-1)}$. C'est l'expression précédente renversée et sous radical. Il en résulte, comme l'auteur le fait nettement remarquer, que : le classement par équivalence en eau tranquille est moins net et renversé, si on le compare au classement en eau courante.

Sans poursuivre la citation, j'ajouterai encore que les couches fluviales (fluviales et alluviales) sont formées suivant la première loi ; les couches noyées en eau courante qui leur font suite, de même. Plus bas seulement se trouvent les formations en eau profonde qui renferment des matériaux de toute grosseur classés suivant la deuxième loi. Le talus de raccordement entre les deux atteint d'ailleurs une pente voisine de 35°, talus d'éboulement moyen des terres.

1. *C. R. Ind. Min.* District du centre. 12 oct. 1902, p. 249.

2. *Ibid.*, 18 oct. 1903, p. 240.

« La théorie précédente explique d'ailleurs pourquoi les assises supérieures des bassins lacustres diffèrent des assises profondes. C'est dans la partie supérieure que se trouvent les assises cunéiformes de M. Gruner, les formations convergentes de M. Fayol. les intercalations schisteuses finissant en pointe, à l'intérieur des couches de houille, et en général le conglomérat où la grosseur des éléments diminue avec la profondeur. »

L'auteur remarque ensuite que : « L'agitation permanente des lacs assez étendus pour être soumis aux marées différencie les couches marines des couches lacustres qui se sont formées sous l'influence d'une agitation intermittente. »

Cette théorie fondée sur la différence des classements en eau tranquille et en eau courante explique en particulier, d'après l'auteur, pourquoi les géologues restent jusqu'à présent divisés sur le mode de formation des couches de houille.

Les faits cités dans ma note précédente ne sont relatifs qu'à des formations en eau courante : je vais examiner ce premier cas. On peut d'ailleurs dire que c'est le seul où on puisse parler réellement d'un courant : dans le cas d'une formation en eau profonde, le courant n'existe plus ou ne subsiste tout au moins que dans les parties supérieures ; il importe de faire cette restriction.

1° *Cas d'un conglomérat déposé en eau courante (agitée).* — Il y a lieu de considérer une détermination locale du courant : de sa vitesse, de sa direction et de son sens en un point, puis une détermination générale, étendue à une surface plus ou moins grande ou à tout un territoire.

2° *Détermination locale.* — On relèvera, comme il a été dit dans la note précédente, les orientations des grands axes des galets allongés. On mènera à chacun la perpendiculaire, la direction moyenne sera la direction du courant en ce point. Or, les expériences synthétiques ont montré que l'angle d'écart entre galets voisins n'est pas très grand. On essaiera donc d'associer les galets voisins par groupes, tels que dans chacun d'eux l'angle d'écart soit le plus faible possible. A chaque groupe correspondra une direction de filets liquides. C'est précisément en groupant ces différents éléments de filets liquides qu'on arrivera à construire par points et par tangentes les filets au voisinage du point considéré : c'est la méthode des trajectoires orthogonales des

axes des galets exposée dans la note précédente, simplement un peu modifiée.

Si l'on a affaire à un dépôt fluvial dans un lac, la stratification est inclinée comme on l'a vu plus haut. Au centre du delta, les actions de la pesanteur et des filets d'eau s'ajoutent pour orienter les galets. Sur les bords, ou quand les galets se trouvent dans un chenal à fond incliné dont les lignes de pente font un certain angle avec les filets d'eau, on sait que la position d'équilibre est intermédiaire entre l'horizontale (action de la pesanteur) et la normale aux filets d'eau, mais plus près de cette dernière. Si donc on pouvait observer la totalité d'un delta déposé en eau courante, on aurait le diagramme de la figure 1. Les directions observées seraient divergentes, celle de la rive gauche déviée à gauche, celle de droite déviée à droite; mais moins que les lignes de pente du cône de



FIG. 1.

déjection. Si donc une moitié seulement du cône se trouve dégagée, on peut commettre une erreur sur la direction.

Le cas précédent s'applique à des sédiments déposés dans les eaux tranquilles d'une nappe d'eau sans marée, comme un lac. Alors, la décroissance de taille des éléments indique le sens du courant qui va des plus gros vers les plus petits. Si au contraire on a affaire à des formations marines, la marée, qui a dû se faire sentir à toutes les époques géologiques, remaniait les dépôts deux fois par jour. Il se produisait une agitation qui tendait à orienter chaque galet normalement aux impulsions des vagues de marée dans les parties superficielles et, dans les parties plus profondes, normalement aux courants de marée qui pouvaient avoir des directions fort différentes du courant initial. De plus, le brassage s'oppose au classement des matériaux par ordre de grandeur. Les phénomènes sont donc beaucoup moins nets que dans le cas précédent, et les orientations dépendent encore plus des vagues et des courants de marée que du courant initial. Il s'ensuit que si toutefois elles offrent des résultats suffisamment concordants, elles donnent des renseignements relatifs plutôt aux vagues et aux courants de marée qu'aux courants fluviaux qui ont amené les dépôts. Le sens du mouvement sera en particulier

beaucoup moins net. On peut encore remarquer que ces dépôts offriront les caractères de dépôts marins, avec galets complètement arrondis par une longue trituration dans des eaux perpétuellement agitées (tandis que les galets fluviaux laissent souvent encore apercevoir la forme et comme la « figure » du fragment de roche qui leur a donné naissance [1]).

Pour les *conglomérats amenés par des courants marins*, ils présenteront les caractères des dépôts fluviaux déposés en couches noyées. Il y a stratification inclinée et orientations de galets quand le dépôt a lieu dans la zone même d'action du courant marin. L'effet des vagues peut se faire sentir à assez grande profondeur (par exemple à 150 mètres pour une vague de 0^m,43 de haut — d'après M. Thoulet). Cette action tend à provoquer un mouvement alternatif dans le sens de la houle. Elle se combine donc avec celle du courant et donne des perturbations dans les orientations des galets. Il résulte de là que, plus un courant marin sera profond et rapide, plus nets seront les phénomènes d'orientation qu'il produira.

Le *sens du courant* sera déterminé : d'abord par la loi de décroissance des galets, quand on pourra apercevoir cette loi ; ensuite par les remarques suivantes :

On sait qu'un galet reposant sur fond sableux progresse surtout par déchaussement du fond. Une cavité se creuse peu à peu dans le sable à l'aval, puis, quand la pente de cette cavité est suffisante, le galet roule et, poussé par la vitesse du courant, parcourt quelques centimètres. D'ailleurs, le galet n'est arrêté, là où il est, que par suite du ralentissement du courant. Mais la vitesse n'a diminué que d'une façon continue, donc, après l'arrêt du galet, la cavité de l'aval a toujours commencé à se creuser ; parfois même le galet a pu se trouver soulevé à moitié ; donc, c'est dans une position inclinée vers l'aval (fig. 2) qu'il a été recouvert par d'autres sédiments,



FIG. 2.

par suite incorporé à la roche. Je ne prétends pas par là qu'il en soit de même pour tous les galets ; mais si, sur une stratification

1. DE LAPPARENT, *Traité de géologie*, I, 1906, p. 184. Seuls, d'après l'auteur, les galets torrentiels ressemblent aux galets marins, après toutefois un assez long parcours.

horizontale, on remarque que les axes moyens des éléments longs et plats sont inclinés d'un même côté sur l'horizon, le courant sera dirigé dans le sens du pendage de ces axes.

Si la stratification est inclinée, sans toutefois aucun dérangement du fait de dislocations, plissements, etc., la ligne de pente des couches indiquera aussi ce sens : d'ailleurs, en général, les axes moyens pendent suivant cette ligne : donc la loi s'applique encore.

Si le dépôt résulte d'un mouvement alternatif, comme par exemple de l'action des vagues, la remarque est en défaut.

S'il se compose d'un poudingue assez serré, presque dépourvu de substance intercalaire, et que le dépôt soit une formation d'eau courante (il pourrait être bien plutôt dans ce cas une formation d'eau tranquille, ou le résultat d'un remaniement), il n'y a plus à parler de telles cavités. Mais, si le dépôt renferme plusieurs assises de galets, c'est probablement que la vitesse du courant était capable de les déplacer eux-mêmes, sans déchaussement du fond : par suite, d'abord, le couple d'orientation devait être grand, puis, il devait se produire des coincements des extrémités d'un galet dans les intervalles entre les galets d'aval. Il en résulte que les galets aberrants doivent être parfois nombreux. On n'a dans ce cas d'autre moyen pour déterminer le sens du courant que d'étudier les positions d'équilibre de certains galets.

Quoi qu'il en soit, la détermination du sens du courant, en dehors des remarques relatives aux stratifications inclinées et à la décroissance de taille des galets, me semble un problème plus délicat que celui de la détermination de la direction.

La détermination générale du courant résulte immédiatement des déterminations locales. Ces dernières en donnent par points et par tangentes les éléments.

D'ailleurs, on peut avoir recours ici à d'autres méthodes, moins précises peut-être, mais d'une application plus facile, seules pratiques dans le cas de sédiments masqués, comme dans des champs et des forêts.

Autres méthodes. — Je rappellerai d'abord pour mémoire celle appliquée déjà par Elie de Beaumont aux assises supérieures du grès vosgien, d'où il a conclu à l'existence d'un courant général

St.-N, en constatant en gros la décroissance de taille des éléments des conglomérats du sud au nord. Cette méthode a d'ailleurs été reprise par tous les auteurs suivants : notamment par Bencke, Braconnier et Bleicher.

Une autre méthode peut dans certains cas particuliers donner des résultats d'une plus grande précision. Elle consiste à repérer en un point d'un conglomérat des galets d'une roche particulière n'existant qu'en peu d'endroits et à suivre les traînées de ces galets. Ces dernières indiquent la direction des filets liquides.

C'est en somme une des méthodes employées par M. Fayol à Commentry ; c'est aussi la méthode que Sandberger appliqua aux conglomérats du grès vosgien du nord de la Forêt-Noire. C'est aussi elle qu'employait implicitement Liétard quand il écrivait que : « Les galets de roches vosgiennes se trouvent toujours à l'W. ou au N. W. de leur gisement », et qu'il en déduisait l'existence possible dans les Vosges méridionales d'un courant E. W. pendant le grès vosgien. On pourrait presque aussi interpréter dans le même sens cette remarque de M. Vélain⁽¹⁾ que, dans le grès vosgien, la teneur en galets de roches éruptives va en augmentant vers l'est.

S'il se trouve en particulier des galets d'une roche assez tendre, beaucoup plus tendre que les autres : le côté amont du courant devra être reporté vers les affleurements de cette roche.

Mais dans des conglomérats à éléments composés d'un petit nombre de roches également dures, et toujours les mêmes tout le long des affleurements, comme c'est le cas du grès vosgien, cette méthode est inapplicable. Dans ce cas l'étude des variations locales du pour-cent de chaque roche peut fournir des indications.

Supposons en effet que ces conglomérats résultent de la destruction par arasion d'un territoire renfermant des bandes des roches des différents éléments. On sait qu'une même roche se débite le plus souvent en morceaux de grosseurs comparables et de même forme qui, par suite, subissent les mêmes vicissitudes. De là, quand un groupe de filets d'eau ne renferme plus que des roches de même coefficient d'usure, comme par exemple quand les roches tendres ont déjà disparu, les pour-cent de ces roches varient peu ou même restent constants. Il s'ensuit que le pour-cent

1. Notice de la feuille de Lunéville.

de ces roches caractérise une bande de courant : il est sensiblement le même que dans les roches de son point d'origine (sur la côte ou dans un delta fluvial ou torrentiel), ces roches étant supposées réduites aux parties les plus dures, à coefficients d'usure très élevés (quartz et quartzites). On sait, en effet, que cette condition est éminemment favorable à la conservation du pour-cent initial, les variations de taille de tels galets en un point du courant résultant bien plutôt de la diminution de la vitesse que de l'usure des éléments.

Si je prends alors comme exemple le grès vosgien : on étudiera les variations en chaque point des rapports : $\frac{\text{quartzite noir}}{\text{quartzite rose}}$ et $\frac{\text{quartz filonien}}{\text{quartzite}}$. Ces rapports ne subissent pas de bien grandes variations à l'hectare et surtout au kilomètre carré ; ils ont par contre, comme il fallait s'y attendre, des variations de roche à roche du simple au quadruple. Le quartz filonien se débitant plutôt en petits morceaux, les galets de quartz sont toujours de taille inférieure aux quartzites ; il sera donc préférable d'étudier plutôt le rapport des masses que le rapport du nombre des éléments. Ce rapport kilométrique subit pourtant des variations, dans lesquelles j'entrerais plus tard, et surtout des variations dans le sens vertical, les grès à galets de la base (région de Senones) renfermant par exemple surtout du quartz laiteux à l'exclusion presque des quartzites. Les variations verticales permettront de distinguer divers horizons, par suite de subdiviser l'étage. Les variations horizontales donneront par l'allongement des bandes d'égal pour-cent des renseignements régionaux sur la direction et le sens des courants.

Reste maintenant à déterminer la *vitesse de ces courants*.

Les galets cheminant le plus souvent sur le fond, ce n'est pas la taille des éléments d'un conglomérat qui peut donner des renseignements sur la vitesse d'un courant : c'est au contraire le sable qui les accompagne. Ces faits sont connus depuis longtemps. Un sable assez fin pour être entraîné et maintenu en suspension, n'étant pas roulé, garde ses angles vifs. Au contraire, le sable qui roule a ses angles émoussés et, s'il vient d'assez loin, parfois complètement arrondis. La vitesse minimum du courant

est donc celle qui est capable de maintenir en suspension les plus gros grains de sable émoussés. On la déterminera par suite au moyen des résultats d'expériences synthétiques⁽¹⁾⁽²⁾. D'ailleurs, un mélange de grains à arêtes vives et de grains arrondis peut indiquer un remaniement ou une reprise par un courant plus rapide de sédiments déposés primitivement par un courant assez lent. Mais je ne veux pas insister sur ce point, j'y reviendrai dans chaque cas particulier.

Reste maintenant à examiner le cas des :

Formations en eau tranquille. — J'avoue que de telles formations ne peuvent se produire dans la mer qu'à une assez grande profondeur, par suite, les pentes y étant rarement rapides, à une certaine distance des côtes. Des galets pour être incorporés à de tels dépôts ont besoin d'être entraînés d'abord par des courants marins rapides régnant dans la zone des eaux en mouvement près de la côte d'où ils proviennent, puis d'être roulés avec d'autres sédiments dans une région plus profonde d'eaux calmes. La question reste encore de savoir comment peut s'effectuer ce transport : s'il a bien toujours lieu par cheminement sur le fond, ou si dans certains cas il ne pourrait pas résulter d'un vrai entraînement des matériaux en suspension dans une masse d'eau et de sédiments. On sait que des courants d'une vitesse voisine de 2 mètres à 2^m,50 par seconde sont capables d'entraîner de bas en haut des fragments de roches plus gros que le poing. C'est ainsi que des eaux de nappes artésiennes jaillissant de trous de sonde avec des vitesses de cet ordre peuvent projeter en l'air des pierres arrachées aux parois des conduits aquifères. Par exemple, celles du sondage de Mont-sur-Meurthe ont rejeté des blocs de plus de 3 kilogr.

On peut dire qu'un courant fluvial ou marin, si rapide soit-il, n'imprime au galet qu'une composante horizontale ; à moins qu'il ne soit montant, la composante verticale de haut en bas de la pesanteur subsiste toujours, la résultante est dirigée en dessous de l'horizon, et le corps prend un mouvement dont l'accélération est une oblique dirigée vers l'aval et vers le bas.

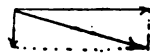


FIG. 3.

1. DE LAPPARENT, *Traité de géologie*, 1, 1906, p. 183.

2. TROULET, *C. R. Ac. Sc.*, XC VII, p. 1513, 1884 et *Ann. des Min.*, mai, juin 1884, p. 5-28, pl. XVI, et aussi : « Analyse mécanique des fonds sous-marins », *ibid.*, p. 19 et 26-27.

Quand la vitesse augmente, la composante horizontale, sensiblement proportionnelle au carré de cette vitesse, prend un accroissement rapide, et l'accélération du mouvement se rapproche de l'horizontale : le galet tombe, mais il n'arrive en bas qu'au bout d'un chemin plus long. Il n'y a d'ailleurs pas ici pour des corps d'assez grandes dimensions des actions moléculaires au contact comme celles qui maintiennent en suspension les poussières ou les particules assez fines. En somme, donc, théoriquement, pour que le corps reste un certain temps entre deux eaux, il faudrait que l'action du courant ait une composante verticale de bas en haut annulant celle de la pesanteur. En effet, un corps par exemple dont la vitesse limite de chute serait de $0^m,10$ par seconde ne mettrait que mille secondes, c'est-à-dire seize minutes quatre secondes à tomber de 100 mètres, et cette vitesse doit être la même dans l'eau en mouvement, d'après le principe des mouvements relatifs.

Il résulte des observations de M. Thoulet que les courants marins, au contraire des courants fluviaux, glissent sur un fond ascendant vers l'aval ; il y a donc à partir d'une certaine profondeur une composante verticale de bas en haut ; mais cette composante est très faible et complètement négligeable vis-à-vis des nombres que je donne plus haut. L'eau contenant en suspension un très grand nombre de particules solides pourrait-elle agir comme un liquide visqueux où les vitesses limites seraient fort diminuées ? la question ne me semble pas encore avoir été traitée. Cependant, je ne conçois guère qu'un tel fluide, si l'on en excepte les torrents de boue descendus des montagnes ou produits par certaines éruptions volcaniques, qui eux charrient de gros blocs, puisse donner lieu à des courants de 2 mètres de vitesse par seconde.

Ces dépôts de conglomérats en eau profonde semblent donc bien, comme M. Lemièrre l'a indiqué, avoir été formés par des matériaux cheminant d'abord sur le fond sous l'influence d'un courant, puis roulant le long de la pente d'un cône de déjection jusque dans la région des eaux tranquilles, où ils se sont classés sous l'action de la pesanteur. Ils semblent par suite devoir être une rare exception parmi les sédiments marins déposés d'ordinaire sur un fond très plat, comme l'indique le profil des mers actuelles, presque toutes convexes sauf quelques mers intérieures

et quelques fosses locales, et les dépôts marins anciens, partout où leurs variations d'épaisseur ont permis de suivre l'allure du fond. Ces dépôts peuvent cependant exister, mais dans des fosses locales ou des vallées sous-marines, comme les explorations océanographiques en ont révélé l'existence ; ou, par exemple, entre deux cônes de déjection ou deux bancs de sable, dans un approfondissement brusque ou un élargissement de chenal occupés par de l'eau stagnante.

Les caractères de ces dépôts sont les suivants :

1° L'absence de vitesse de l'eau permet aux particules les plus fines de se déposer : donc présence de l'argile pouvant, non plus remplir les intervalles entre les grains de sable, mais donner de véritables lentilles d'argile pure ou des couches « cunéiformes » ;

2° Classement suivant la deuxième loi d'équivalence énoncée plus haut : les éléments les plus petits à la partie supérieure, les plus gros et les plus lourds en bas. Ce classement sera pourtant beaucoup moins net que dans le premier cas, les variations de vitesse des différents éléments en fonction de leurs tailles étant beaucoup plus lentes (à cause du radical). Les éléments anguleux peuvent voisiner sans aucun ordre avec les éléments arrondis ;

3° La pesanteur intervenant seule, c'est elle seule qui tend à orienter les galets : or, le couple dû à la pesanteur est beaucoup plus faible que celui dû à l'action de filets d'eau capables de mouvoir le corps ; de plus, l'influence des frottements se fera sentir fortement ; les galets s'arrêteront donc un peu au hasard dans les cavités formées par les galets tombés auparavant. Les phénomènes d'orientation seront donc bien moins nets que dans le premier cas : ils pourront même ne pas exister du tout. C'est ce que j'ai déjà fait ressortir dans ma communication précédente : les galets de tas de sable ne sont orientés nettement que dans les rigoles creusées par la pluie, c'est-à-dire en eaux courantes. On peut encore ajouter que : le calme régnant dans ces régions, un galet conserve la position qu'il avait au moment de son arrivée, ou plutôt au moment de sa chute ; de là viennent les équilibres étranges que j'ai déjà remarqués dans certains conglomerats du grès vosgien ou de l'infraalias.

En résumé, les caractères principaux de ces dépôts sont d'abord l'absence ou le peu de netteté des orientations de galets, la

présence d'éléments fins comme des argiles en lentilles assez étendues ou en couches cunéiformes mélangées à des galets, de faux équilibres, enfin le classement inverse des éléments.

Les éboulis à flancs de coteaux peuvent être considérés comme un cas particulier de ces dépôts. Le classement des éléments y est cependant beaucoup plus net, car la vitesse limite dans l'air est beaucoup plus grande que dans l'eau.

La détermination du courant qui a amené les éléments d'un tel dépôt est plus délicate que dans le premier cas : les caractères sont les mêmes, mais atténués. La raideur des talus d'éboulement qui peuvent parfois atteindre 30 à 35° (pente naturelle des terres) peut fournir de précieuses indications.

3° Remaniement d'un conglomérat. — Reste maintenant à examiner le cas d'un conglomérat qui serait simplement le résultat du remaniement d'un autre dépôt par un courant ou par l'action des vagues.

Supposons d'abord que ce dépôt initial soit très complexe, formé de gros galets, de moyens galets et de sables avec argile. Une vitesse d'abord faible v , entraîne le sable seul. Les galets cheminent un moment sur un lit de sable mouvant, puis se fixent dans leur position de rotation la plus facile (le grand axe normal à la direction moyenne des filets d'eau). L'effet du courant est donc d'appauvrir en sable le dépôt, jusqu'à toutefois une certaine limite, et cet appauvrissement partira des tranches supérieures pour gagner de proche en proche des tranches de plus en plus profondes. La limite d'érosion sera atteinte quand le courant n'aura plus de sable à entraîner, c'est-à-dire quand les parties sableuses seront protégées par un manteau assez épais de galets se touchant et reposant les uns sur les autres. Cette partie supérieure ressemblera donc à un dépôt par cheminement sur le fond sous l'influence d'un courant rapide : les galets y auront une tendance à l'orientation, et cette tendance sera de moins en moins marquée à mesure qu'on s'éloignera de cette zone en profondeur.

Dans le remaniement par un courant de vitesse assez grande (1 mètre à 1^m,20 par seconde par exemple), le sable et les moyens galets seront enlevés ; il ne restera donc plus que les gros pour former le manteau protecteur. On aura donc finalement trois zones : la zone supérieure formée de gros galets contigus et

orientés avec du sable et des galets moyens seulement dans les interstices ; la zone moyenne formée de gros et de moyens galets contigus, et la zone inférieure seule renfermant du sable en masse entre les éléments.

Quant au remaniement par un courant de fond à grande vitesse, il doit consister en une simple érosion qui dépose les matériaux enlevés dans des régions où la vitesse n'est plus suffisante pour les charrier. Le chenal d'un tel courant est creusé dans les conglomérats sous-jacents. Cependant, quand la vitesse diminue, on doit pouvoir y observer les trois zones du cas précédent. On a donc les figures schématiques suivantes :

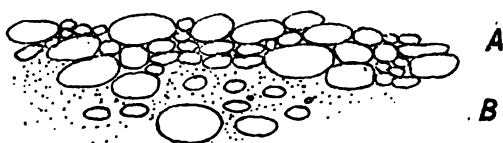


FIG. 4. — Courant peu fort.
A, zone supérieure ; B, zone moyenne.

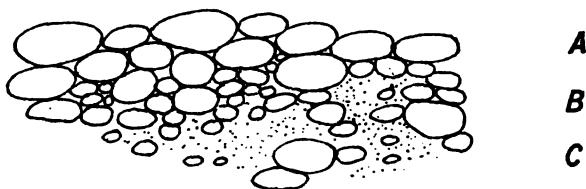


FIG. 5. — Courant assez fort.
A, zone supérieure ; B, zone moyenne ; C, zone inférieure.



FIG. 6. — Courant fort ou très fort.
C, Chenal.

Si maintenant on étudie l'influence d'un courant de fond sur un dépôt formé de sable mouvant avec galets de toutes les tailles,

on aura dans la région du courant fort un chenal qui se creuse : un courant constant sur une grande largeur détermine la formation d'un palier, et réciproquement, d'ailleurs. En outre, les filets de vitesse supérieure aux filets voisins creusant plus rapidement leur chenal, il arrive un moment où la section de ce chenal augmentant, pour un même débit la vitesse doit diminuer ; par suite cette vitesse maximum ne doit pas se conserver, et l'érosion du fond doit tendre à égaliser les vitesses des filets voisins.

On aura d'ailleurs pour le cas précédent la figure 7.

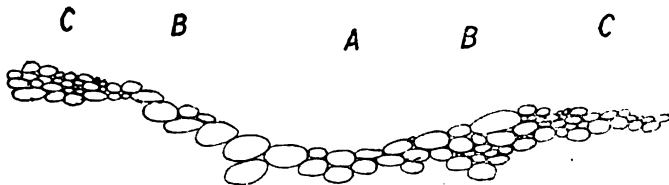


FIG. 7. — A, région de courant très fort (chenal); B, région de courant moyen ou assez fort; C, région de courant peu fort ou faible.

La réalité est moins schématique que les figures précédentes. Celles-ci supposent en effet une érosion par de l'eau pure et dépourvue de corps en suspension. En réalité, il y aura dans les intervalles des galets un peu plus de sable et même d'argile que je ne l'ai supposé jusqu'ici.

Si, maintenant, on considère le cas du dépôt précédent remanié par une transgression marine, les phénomènes sont encore plus compliqués.

Il se produit d'abord un nivellement général des dépôts meubles (dont les pentes pouvaient avoir parfois au début une assez grande inclinaison, dans le cas des cônes de déjection torrentiels par exemple), puis le brassage de tous ces dépôts dans une eau perpétuellement agitée. Ce brassage peut avoir lieu sur place, ou encore apporter les éléments à des courants marins qui vont les déposer plus loin. C'est à ce moment que les roches tendres disparaissent rapidement, et que les galets de roches dures aux angles parfois simplement émoussés s'arrondissent complètement. Dans ces conditions, un élément quelconque, grain de sable ou galet, ne peut être incorporé à nouveau à un dépôt que, ou bien quand les hasards du brassage l'ont fait tomber dans une région

d'eau calme, ou quand, par suite de nouveaux apports, il a été recouvert d'autres sédiments qui l'ont protégé de l'action des vagues.

Il semble donc résulter de là que, dans le cas de la destruction sur place d'une région par la mer, la taille moyenne des galets en un point permet d'apprécier la rapidité de la transgression en ce point. En effet, dans le cas de la destruction sur place, toutes les falaises d'une même roche (quartzite par exemple) ont dû se débiter en éléments du même ordre de grandeur, que l'on peut évaluer, par exemple au bas de falaises actuelles semblables. L'usure de ces fragments est fonction du temps pendant lequel ils ont été brassés, c'est-à-dire du temps qui s'est écoulé entre leur arrachement de la falaise et leur recouvrement par d'autres apports : ce temps peut être pris pour mesure de la rapidité de la transgression. Or, l'usure s'apprécie par la différence de poids ou de volume des éléments au pied des falaises et des galets dans le conglomérat. Pour que cette remarque puisse donner des indications absolues, il faudrait être sûr que la puissance destructive des vagues ait été la même aux époques géologiques que maintenant ; or cela n'est pas certain. On pourra cependant obtenir par là des indications relatives, entre la vitesse de transgression en un point d'un conglomérat et celle en un autre.

Ces indications ne s'appliquent pas naturellement à des conglomérats remaniés. La taille d'un élément après le remaniement est simplement inférieure à celle de l'élément primitif. D'ailleurs, même dans le cas de la destruction sur place, les courants de marée qui peuvent avoir des vitesses de 3 à 4 mètres par seconde par endroits sont capables de transporter les sédiments dans certaines fosses, et même d'éroder des chenaux en roche.

Un autre effet de ce remaniement d'un conglomérat peut être de masquer ou de faire disparaître dans bien des cas toute indication fournie par les variations qualitatives ou quantitatives des éléments. Si l'on suppose en effet comme précédemment un conglomérat où les proportions des divers éléments soient constantes tout le long de certaines bandes allongées, de manière à drainer par exemple un premier courant ; si la transgression marine arrive suivant le sens de ce premier courant, c'est-à-dire parallèlement aux bandes d'égal pour-cent : les extrémités seules de ces bandes seront mélangées avec d'autres dépôts ; les proportions ne varie-

ront guère vers le centre, par suite, les limites des bandes y seront respectées. Il se produira simplement un raccourcissement qui, dans certains cas d'ailleurs, pourra masquer la direction du courant en rendant égales toutes les dimensions de ces bandes. Si au contraire la transgression marine arrivait dans une direction perpendiculaire ou oblique aux bandes, il y aurait tendance au rétrécissement et à l'empiétement d'une bande sur ses voisines : cette progression aurait donc pour effet de rendre beaucoup plus floues et plus indécises les limites des zones, et très souvent, si ces zones sont assez étroites, de les effacer tout à fait. C'est, en particulier, ce qui aura lieu si la transgression est assez rapide pour remanier à la fois une très grande largeur de pays : si la largeur de ce territoire remanié est notablement supérieure à la plus grande longueur des bandes, il y aura les plus grandes chances pour que ces dernières soient complètement effacées.

On peut encore ajouter dans ce cas que de tels dépôts marins ont une surface beaucoup plus étendue et plus plane au moins dans leurs horizons supérieurs que celle des autres conglomérats fluviaux, lacustres ou diluviens.

En particulier, je pense, comme l'a fait remarquer récemment M. Tornquist⁽¹⁾, qu'un dépôt étendu et assez plan, d'une épaisseur relativement constante comme le Hauptkonglomerat du grès vosgien, ne peut guère être qu'un dépôt marin.

Tels sont les cas principaux que l'on peut rencontrer dans l'étude d'un conglomérat. En réalité, dans un même dépôt, ils peuvent et doivent même se rencontrer tous, surtout si ce dépôt a une assez grande extension. Ainsi, un conglomérat peut être remanié peu de temps après son dépôt par un courant de direction différente de celui qui l'a amené, un cône de déjection torrentiel peut être repris par une transgression marine, de même que deux cônes voisins empiéter l'un sur l'autre et, ou bien se remanier l'un l'autre, ou laisser entre eux une fosse relativement calme et remplie de sédiments d'eau profonde. En raison de la complexité des problèmes posés, on en est souvent réduit à examiner chaque cas particulier en lui-même.

1. *N. Jahrb. f. Min., G. u. Pal. Beilage* Bd XX, 1905, p. 466-507. Voir p. 494 et 495.

A PROPOS

DES

ISATIS DJURDJURÆ COSS. ET DUR.

ET *I. ALPINA* VILL. (ALL.)

Par M. PETITMENGIN

Comparant quelques Crucifères avec des échantillons de l'Herbier général de l'École supérieure de pharmacie de Nancy, je fus frappé de la ressemblance assez grande des exemplaires des *Isatis Djurdjuræ* Coss. et Dur., et *I. alpina* Vill. Je voulus me rendre compte de l'opinion des divers auteurs à ce sujet.

Le genre *Isatis* est un genre exclusivement circumméditerranéen. Sauf l'*Isatis tinctoria* L. que l'on a parfois rencontré adventice aux États-Unis, toutes les autres espèces de ce genre végètent dans une aire s'étendant de l'Espagne et du Portugal (*Isatis Lusitanica* Brot.) jusqu'en Perse (cinq espèces), au Turkestan et la Songarie (trois espèces). Ces différentes espèces sont réparties en plusieurs sections; nous adopterons celles de M. Prantl, dans le *Pflanzenfamilien* du professeur Engler, vol. III, 2, p. 172. Prantl divise les *Isatis* en :

- I. *Eremoglaston* Bunge in Lehm., p. 214.
- II. *Sameraria* (D. C., *Syst.*, II, p. 565), *Samerarioides* Boissier, *Fl. Orient.*, I, p. 377.
- III. *Glastum* (D. C., *Syst.*, II, p. 568), Boissier, *Fl. Orient.*, p. 378.
- IV. *Apterolobus* Boissier, *Fl. Orient.*, I, p. 383.

De toutes ces sections, pour ce qui nous concerne, nous ne retiendrons que la II (*Sameraria* D. C.) et la III (*Glastum* D. C.). En effet, Cosson et Durieu, à la suite de la diagnose *princeps* qu'ils donnèrent de l'*Isatis Djurdjuræ*, in *Bull. Soc. bot. France*, 1857, p. 524, s'expriment ainsi :

« L'*Isatis Djurdjuræ* appartient au sous-genre *Sameraria* par ses silicules très largement ailées à aile membraneuse-foliacée et

il doit être placé en raison de la consistance de cette aile à côté de l'*l. Armena* L. (*Sameraria Armena* Desv. ; Jaub. et Spach, *Illust. pl. Orient.*, III, t. 225 *optima*), plante de la Perse et de l'Arménie, mais il en est très distinct par les fleurs plus grandes, le stigmate sessile et non pas terminant un style filiforme, par les silicules glabres et non pas tomenteuses au niveau de la loge, à loge à peine convexe et non pas proéminente, à suture nerviforme peu saillante et non pas prolongée en un appendice en forme de dent ou de corne, etc. »

La plante du Djurdjura se placerait donc, d'après Cosson, dans la II^e section : *Sameraria* D. C. (*Samerarioides* Boiss.), caractérisée comme suit : « Silicula ovalis aut orbiculata indehiscens, ala lata foliacea-membranacea cincta » ; D. C., *Prodr.*, I, p. 210.

L'*Isatis alpina* Vill. (All., 1785) serait rangé d'après les divers auteurs précités dans la III^e section : *Glastum* D. C., qui a les caractères suivants : « Silicula ovali-oblonga aut fere linearis margine suberosa, subdehiscens » ; *loc. cit.*, p. 210.

En étudiant les divers représentants de ces deux sections, j'ai pu me convaincre qu'il existait des types intermédiaires qui, sur les confins des deux groupements, atténuaient les différences invoquées pour les constituer.

De Candolle lui-même (*loc. cit.*) dit, à la suite de sa diagnose de l'*Isatis alpina* Vill., qui commence la section des *Glastum* : « Species distinctissima, inter duas generis sectiones media. » Ce savant auteur indiquait assez clairement ainsi que l'*Isatis* des Alpes dauphinoises établissait le passage d'une section à l'autre.

Boissier (*Fl. Orient.*, I, p. 378), à propos des *Isatis Iconia* Boiss. et *Kotschyana* Boiss. et Hoh., rapproche également ces deux espèces de la section *Glastum*.

Je crois pouvoir établir que l'*Isatis Djurdjuræ* confine aux *Isatis* de la section *Glastum*, et notamment à notre *Isatis alpina* Vill.

Les caractères qui établissent les deux sections sont, comme on vient de le voir :

Sameraria D. C.

Silicule ovale ou orbiculaire.
Indéhiscence.
Aile large, foliacéo-membraneuse, entourant le fruit.

Glastum D. C.

Silicule ovale-oblongue.
Subdéhiscence.
Sur le rebord du fruit une simple marge charnue.

Or, pour *Isatis alpina*, d'après l'examen sur le frais, j'ai pu me convaincre de l'indéhiscence de la silicule. Tous les auteurs que j'ai consultés (Grenier et Godron, Rouy, Allioni, Villars, Parlatore, etc.) restent muets quant à la déhiscence de cette espèce. J'ai pu examiner dans les Hautes-Alpes une certaine quantité d'échantillons de cet *Isatis* et jusqu'ici je n'en ai pas trouvé à silicule déhiscence.

De plus, l'aile foliacéo-membraneuse, caractérisant la section *Sameraria*, se retrouve ici, avec un peu moins d'étendue peut-être, mais suffisante pour qu'on ne puisse s'y tromper. Les fruits secs ont du reste le même aspect que ceux de l'*I. Djurdjuræ* Coss. et Dur.

Seule, la forme des silicules varie, et encore trouve-t-on dans certains exemplaires d'*Isatis alpina*, croissant au bord du Guil, des silicules très grandes, sensiblement voisines comme formes de celles de l'espèce algérienne. Le tome I du *Prodrome* datant de 1824 et la découverte de l'*I. Djurdjuræ* de 1854, de Candolle ne parle pas de cette espèce. Elle semble, à mon humble avis, avec l'*Isatis alpina*, confirmer le doute du savant auteur genevois (*loc. cit.*) et établir un jalon de plus entre les deux sections *Sameraria* et *Glastum*.

Le rapprochement de ces deux espèces paraît donc pouvoir s'établir. L'une et l'autre représente, du reste, des types altitudinaux. Mais, alors que l'*Isatis alpina* croît dans les éboulis schisteux du massif visoulaux, de 2 000 mètres à 2 600 mètres, l'*Isatis Djurdjuræ* croît sur les calcaires, dans la région inférieure du Djurdjura, vers 400 mètres d'altitude. (Cosson et Durieu, *loc. cit.*) C'est la seule espèce véritablement autochtone de la côte africaine.

Les *Isatis alpina* Vill. et *I. Djurdjuræ* Coss. et Dur. représentent deux types endémiques « par conservation » (1). Ces deux espèces sont certainement dérivées de l'*Isatis tinctoria*, et dans l'évolution polytopique qu'a subie l'espèce-type pour donner les deux nouvelles espèces, nous dirons qu'il y a eu « variation vicariante ».

L'*I. alpina* est remplacé dans le Portugal par l'*I. Lusitanica*

1. Cf. Dr J. BRIQUET, « Recherches sur la flore des montagnes de la Corse et ses origines », in *Ann. Conserv. et J. Bot. de Genève*, 1901, p. 71.

Brot., dans le Djurdjura par l'*I. Djurdjuræ* Coss. et Dur., en Anatolie par l'*Isatis latisiliqua* Stev., en Cilicie par l'*Isatis frigida* Boiss. et Kg., en Cataonie et en Cappadoce par les *Isatis Aucheri* Boissier et *Corymbosa* Boiss. (Boiss., *Fl. Orient.*, I, p. 380 et suiv.)

Dans le Briançonnais, aussi bien qu'en Algérie, au Maroc et dans la Tripolitaine, se rencontre abondamment l'*Isatis tinctoria*. Il semblerait que cette espèce a dû émigrer de l'Europe durant la période tertiaire pour se répandre sur la côte sud de la Méditerranée. Par où s'est effectué ce passage ? Il y a dû avoir plusieurs voies d'accès. C'est probablement à l'époque tertiaire que cette extension de l'*Isatis tinctoria* était maximum. Malheureusement, les espèces herbacées, surtout les plantes un peu succulentes et charnues, n'ont laissé que fort peu de traces ; si bien qu'il est difficile de se prononcer avec certitude. Les isthmes tertiaires qui permettaient les communications des continents alors émergés, entre l'Europe de cette époque et l'Afrique, sont ceux de Gibraltar et de la Sicile, le premier établissant le lien par l'Espagne, le deuxième par l'Italie méridionale et la Sicile (?) [1]. C'est sur les divers points de cette aire que se sont différenciés les *Isatis alpina* Vill. (mont Viso, Apennins, Abruzzes), *Isatis Lusitanica* Brot. (Portugal), *Isatis Djurdjuræ* (Djurdjura), et ceci par un processus de variation altitudinaire, très probablement. Cette différenciation, comme beaucoup d'autres analogues, a dû se produire dans la période mio-pliocène (2).

Nous sommes en présence de types paléogéniques bien distincts, mais présentant entre eux des affinités incontestables. Il semble donc, en conclusion de tout ce qui précède, que les deux sections *Sameraria* D. C. et *Glastum* D. C. n'en font qu'une seule en réalité, puisque, comme on vient de le voir, elles présentent toute une série d'intermédiaires qui en rendent la démarcation impossible et que les *Isatis alpina* Vill. et *Djurdjuræ* Coss. sont des espèces très voisines.

1. A. ENGLER, *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt*, 1^{re} part., carte.

2. A. ENGLER, *loc. cit.*, I, p. 14 et suiv. ; Dr J. BAUQUET, « Recherches sur la flore des montagnes de la Corse », in *Annuaire du Conservatoire bot. de Genève*, 1901, p. 70 et suiv.

ÉTUDE
DES
CHAMPIGNONS RÉCOLTÉS EN ASIE MINEURE
(1904)

Par RENÉ MAIRE

Ce fascicule contient l'énumération raisonnée des champignons récoltés par nous en 1904, dans une excursion à l'Olympe de Bithynie et dans une traversée de l'Anatolie, d'Angora à Mersina, par Kirchehr, Kaissérie, le mont Argée, Nigdé, les portes de Cilicie, Tarsous⁽¹⁾.

La saison où ce voyage a été effectué (29 août-6 octobre) et la sécheresse exceptionnelle de l'année 1904 expliquent facilement l'absence presque complète de champignons charnus dans notre liste. Par contre, nous avons récolté un assez grand nombre de champignons parasites dans les régions d'une humidité relative, telles que les montagnes de Bithynie, de Cilicie et de Cappadoce, et au bord des ruisseaux sur le plateau central. Les steppes, très pauvres en champignons parasites, présentent cependant en abondance l'*Erysiphe taurica* sur le *Peganum Harmala* et quelques autres plantes.

Il a été jusqu'ici publié peu de choses sur les champignons

1. Nous y avons ajouté quelques champignons parasites que nous avons trouvés sur des plantes phanérogames récoltées par un missionnaire français, le P. GERARD, aux environs de Sivas et de Kaissérie. Ces plantes sont conservées au couvent des RR. PP. jésuites de Kaissérie, où nous avons pu les étudier, grâce à l'obligeance du supérieur, le P. BABE, auquel nous sommes heureux d'adresser ici nos meilleurs remerciements.

d'Anatolie. Voici la liste des publications sur ce sujet dont nous avons pu avoir connaissance :

1860. P. DE TCHIHATCHEFF. *Asie Mineure*, III. Botanique, II. Paris, Gide, p. 670-672.
Reproduit un certain nombre d'indications de GRISEBACH, *Spicilegium floræ rumelicæ et bithynicæ*, et de RIGLER, *Die Türkei und ihre Bewohner*, se rapportant plus particulièrement aux environs de Constantinople.
1890. R. VON WETTSTEIN, *Beitrag z. Flora d. Orients*, Bearbeitung d. v. A. HEIDER in 1885, in Pisidien und Pamphylien gesammelten Pflanzen. Sitzungsber. d. Math. Naturw. Klasse der K. Akad. d. Wissensch. Vol. XCVIII, 1889. Abt. 1. Wien, 1890, p. 353.
1891. P. MAGNUS, *Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der parasitischen Pilze Kleinasiens*. Engl. Jahrb. XIV, 1891, p. 486-493, cum tab. 1.
1893. P. MAGNUS, *Uromyces Bornmülleri* sp. n. aus Kurdistan... Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte, Nürnberg.
1894. P. MAGNUS, *Beitr. z. Kenntn. einiger paras. Pilze d. Mittelmeergebietes*, Ber. d. deutsch. Bot. Ges. Vol. XII.
1896. P. MAGNUS, J. Bornmüller, *Iter Persico-turcicum*, 1892-1893. Fungi. Pars I. Zool. Bot. Ges. Wien, 1896, p. 426, c. tab. 1.
1899. P. MAGNUS, J. Bornmüller, *Iter Persico-turcicum*, 1892-1893. Fungi. Pars II. Zool. Bot. Ges. Wien, 1899, p. 87-103, c. tab. 2.
1900. P. MAGNUS, J. Bornmüller, *Iter syriacum*, 1897. *Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Pilze des Orients*, Zool. Bot. Ges. Wien, 1900, p. 432-449, cum tab. 2.
1903. P. MAGNUS, *Ein weiterer Beitrag zur Kenntniss der Pilze des Orients*. Bull. Herb. Boissier, 2^e série, vol. III, 1903, p. 573-587, cum tab. 2.
1905. R. MAIRE, *Quelques champignons nouveaux ou peu connus*. Bull. Soc. Mycol. France, XXI, p. 137-167.

Les indications telles que 4/10, 21/9, etc., se rapportent à la date de récolte ; les numéros sont ceux de nos collections en Grèce et en Asie-Mineure, dont les étiquettes portent le titre suivant : R. MAIRE, *Mission botanique en Orient*, 1904. Plusieurs espèces ont été distribuées à divers herbiers avec ces étiquettes numérotées.

Cystopus candidus (Pers.) Lév., Sacc. Syll. VII, 234. = *Albugo candida* O. Kuntze, Engl. et Prantl. Nat. Pflanzenfamil.

Sur les feuilles de *Thlapsi perfoliatum*, Kemer-Kaloyeria, près Sivas, 23/4 1891 (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD), n° 1123. — Sur les feuilles de *Gleome* sp., à Sivas, 28/7 1891 (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD), n° 1137. — Sur *Arabis* sp., rochers aux portes de Cilicie, 4/10, n° 830. — Sur *Camelina laxa* C. A. Mey., à Develu-Karahissar, Cappadoce (sur des spécimens recueillis par BALANSA, le 18 juin 1856), n° 1154. — Sur *Eruca cappadocica*, à Sivas (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD), n° 1121.

Cystopus Portulacæ (D. C.) Lév., Sacc. Syll. VII, 235.

= *Albugo Portulacæ* (D. C.) O. Kuntze, Engl. Nat. Pflanzenfam.

Sur les feuilles de *Portulaca oleracea*, dans les champs au bord du Kara-Sou, près Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 21/9, n° 603.

Peronospora Viciæ (Berk.) De Bary, Ann. Sc. Nat., 1863, p. 112, tab. XIII, fig. 10; Berlese, Phycomycet., p. 33, tab. L.

Sur les feuilles de *Vicia Narbonensis*, à Sivas (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD, 10/6 1890), n° 1119.

Oidium erysiphoides Fr.

Sur les feuilles de *Cucumis melo*, dans les jardins, à Talas, près Kaisserie, Cappadoce, 24/9, n° 613. (Forme à petites conidies, $25-33 \times 12-15 \mu$, se rapportant probablement à l'*Erysiphe Cichoracearum* D. C.)

Alternaria tenuis Nees.

Sur les parties nécrosées des taches des feuilles de *Cornus mas* produites par *Phyllosticta taurica*, aux portes de Cilicie, 4/10, n° 828.

Helostroma album (Desmaz.) Pat., Bull. Soc. Mycol. France, 1902, p. 52, cum icone.

Sous les feuilles de *Quercus lusitanica*, dans les ruines de Pompeiopolis, près Mersina, Cilicie, 6/10, n° 810.

OBSERVATIONS. — Nous ignorons ce que peut être le *Microstroma album*, Sacc. Fung. Ital., t. 863; pour le rechercher, nous avons examiné en vain les n° 1032 et 1033 du *Mycotheca veneta*

de SACCARDO, sans pouvoir trouver sur les spécimens en notre possession autre chose que le *Cylindrium elongatum* Bon. Il est probable que la figure des *Fungi italici* est erronée, soit qu'elle ait été dessinée par erreur d'après un champignon différent, soit qu'elle résulte d'une préparation insuffisante. Un fait viendrait témoigner en faveur de la seconde hypothèse; c'est que le *Microstroma Juglandis* (Bérengr.) Sacc. est aussi figuré comme ayant des conidies solitaires au sommet du conidiophore. Cette dernière espèce a, comme l'*Helostroma album*, des conidies verticillées, mais elles s'insèrent au sommet du conidiophore et non sur un tubercule latéral; leur disposition est fort bien figurée dans les *Fungi imperfecti* de LINDAU, vol. II, p. 19.

Remarquons à ce propos que ni le *Microstroma Juglandis* ni l'*Helostroma album* ne peuvent faire partie des Mucédinées micronémées où les rangent les auteurs depuis SACCARDO. D'une part, le mycélium de ces deux champignons est bien développé; il forme des filaments très fins, s'insinuant entre les cellules du parenchyme spongieux et du parenchyme palissadique de la feuille nourricière, et très distincts des conidiophores. D'autre part, les conidiophores sont agrégés en une colonne compacte, qui sort par un orifice stomatique et qui est produite par un stroma développé dans la chambre sous-stomatique. Chez l'*Helostroma album*, il existe même, autour de la partie inférieure de la colonne formée par les conidiophores, quelques cellules arrondies formant un rudiment de conceptacle. C'est donc, à notre avis, dans les Mélanconiacées, au voisinage des *Colletotrichum*, *Cylindrosporium*, etc., qu'il faut placer les deux genres *Helostroma* et *Microstroma*.

Le *Microstroma Juglandis* avait été rangé également parmi les *Exobasidium* (cf. SCHRÖTER, *Pilzflora von Schlesien*), à cause de ses conidiophores basidiiformes, mais l'étude cytologique que nous en avons faite nous permet de rejeter cette opinion. L'absence de karyogamie lors de la formation des pseudo-basides montre qu'elles ne sont en réalité que de simples conidiophores et vient étayer l'opinion de NIESSL citée par LINDAU, *loc. cit.*, p. 18, qui considère le *Microstroma Juglandis* (et aussi l'*Helostroma album*) comme une forme imparfaite.

Ajoutons à ce propos que le *Cylindrium elongatum* Bon. des feuilles de *Quercus*, loin d'être une Mucédinée micronémée comme le veulent les auteurs, possède aussi un mycélium endophyte bien

développé et forme des amas sous-stomatiques, d'où les chaînettes conidiennes s'échappent par l'orifice stomatique pour s'étaler au dehors. Cette espèce, qui se comporte comme un véritable parasite, à la façon de l'*Helostroma*, doit aussi être rapprochée des *Mélanconiacées*.

Marssonina Castagnei (Desm. et Mont.) P. Magnus, Hedwigia. Bd. XLV. = *Glæosporium Castagnei* Desm. et Mont. Cent. VI, n° 79. = *Marssonina Castagnei* Sacc., Fung. Ital., t. 1068.

Sur la face supérieure des feuilles de *Populus canescens*, qu'il couvre de taches grisâtres, à Talas, près Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 24/9, n° 654.

Marssonina Juglandis (Lib.) Magnus in Hedw., Bd. XLV.

= *Marssonina Juglandis* Sacc. Syll. III, 768, Fung. Ital. t. 1095.

Sur les feuilles de *Juglans regia*, dans les jardins, à Kirchehr et à Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 25/9, n° 717.

Phyllosticta taurica R. Maire. nov. sp.

Conceptaculis minutis, brunneis, sphæroideis, membranaceis, in macula arida grisea purpureo-marginata insidentibus; sporophoris brevissimis; spermatiis bacilliformibus, hyalinis, utrinque acutatis, rectis vel curvulis, $6-8 \times 1-1,5 \mu$.

In foliis *Corni maris* in monte Tauro prope Pylas Cilicias, 4/10, n° 828. Socia *Alternaria tenuis* Nees.

Ce champignon tend vers les *Septoria* par ses spermaties bacillaires, filiformes.

Phyllosticta doronicella R. Maire.

Sur les feuilles de *Doronicum Thirkei*, dans la zone silvatique supérieure de l'Olympe de Bithynie (Kéchich-Dagh), 1 700 mètres, 30/8, n° 462.

OBSERVATIONS. — Ce *Phyllosticta* était associé avec des périthèces immatures, même sur les feuilles radicales déjà desséchées; il n'y a, même sur les plus jeunes feuilles, aucune trace de forme conidienne, bien que les taches formées par le champignon soient assez semblables macroscopiquement à celles produites par le *Fusicladium*. Le mycélium, qui produit à la fois les conceptacles et les périthèces, présente des caractères particuliers: il est noir, avec une membrane fortement épaissie, plus pâle extérieurement, donc bien différent de celui du *Fusicladium Aronici*. Les spores

des conceptacles n'ont que $5 \times 1 \mu$ et non $8 \times 2 \mu$ comme celles du *Phyllosticta Aronici* Sacc. Aussi désignons-nous provisoirement le champignon du *D. Thirkei* sous le nom de *Phyllosticta doronicella*. En voici une brève diagnose :

« *Maculis nigris, valde limitatis, hypophyllis; conceptaculis globosis, atro-brunneis, apice pertusis, epapillatis; sporophoris brevibus, hyalinis; sporis hyalinis, ovoideis vel cylindricis, levibus* $5 \times 1 \mu$; *mycelii membrana crassa intus brunnea extus pallidiore; peritheciis immaturis concomitantibus*. Hab. in foliis vivis languidisque *Doronici Thirkei*. »

Il est probable que les périthèces ne mûrissent qu'en hiver sur les débris de feuilles pourrissants.

Leptostromella nivalis R. Maire, nov. sp.

Conceptaculis applanatis, nigris, opacis, oblongis vel ellipticis, plus minusve irregularibus, subinde confluentibus, rima sæpius obsoleta; sporophoris simplicibus, hyalinis rectis, dense stipatis, $13-18 \times 1 \frac{1}{2}-2 \mu$; sporis acrogenis, hyalinis, levibus, solitariis, cylindricis, $8-11 \times 1 \frac{1}{2}-2 \mu$.

In culmis aridis *Alopecuri textilis*, socia *Hadotia nivali*, cujus verosimiliter pycnidium.

Sur les chaumes desséchés de l'*Alopecurus textile*, dans la zone alpine du mont Argée, 3 000 mètres, 26/9, n° 1147 (b).

OBSERVATION. — Ce champignon, par ses spores bacillaires courtes, est distinct des autres *Leptostromella* et fait transition vers le genre *Leptostroma*.

Cf. *Hadotia nivalis* (p. 174).

Sphærotheca Humuli (D. C.) Burr., Salmon, Monogr. Erysiph. 45.

Sur les feuilles de *Morina persica*, à Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 23/9, n° 608.

Var. *fuliginea* (Schlecht.), Salmon, Monogr. Erysiph. 49.

Sur les feuilles de *Plantago lanceolata*, à Talas, près Kaisserie (Cappadoce), 24/9, n° 660.

Erysiphe Polygoni (D. C.), Salmon, Monogr. Erysiph. 175.

Sur les feuilles de *Polygonum aviculare*, à Talas, près Césarée de Cappadoce, 24/9, n° 661. — Sur les feuilles de *Convolvulus arvensis*, à Kitchéré, près Angora, 13/9, n° 566. (Forme à mycé-

lium dense et laineux.) — Sur la même plante, à Talas, près Kaisserie, 24/9; n° 592.

Erysiphe taurica Lév., Salmon, Monogr. Erysiph. 215.

Sur les feuilles d'*Epilobium hirsutum*, au bord du Kara-Sou, près de Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 21/9, n° 632 (*Matrix nova*). — Sur les feuilles de *Tropæolum majus*, dans les jardins du village d'Hessarlek (Hissarlik), au-dessus de Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 27/9, n° 761 (*Matrix nova*). Les feuilles de *Tropæolum* attaquées ne portent que l'oïdium; on y trouve un abondant mycélium intercellulaire, qui émet les conidiophores par les stomates. — Sur les feuilles de *Peganum Harmala*, à Kaisserie, 23/9, n° 605 (pas de conidies). — Sur les feuilles de *Verbascum Bithynicum*, dans les forêts de l'Olympe de Bithynie, 30/8, n° 494 (*Matrix nova*). — Sur les tiges de *Passerina annua*, à Kaisserie, 23/9, n° 619 (conidies cylindriques $30-45 \times 12-15 \mu$ et périthèces) [*Matrix nova*].

Var. **Zygophylli** R. Maire, Bull. Soc. Sciences. Nancy, 1905.

Sur les feuilles de *Zygophyllum Fabago*, à Angora, 13/9, n° 554.

Phyllactinia corylea (Pers.) Karst. Salmon, Monogr. Erysiph. 224.

Sous les feuilles de *Paliurus aculeatus*, dans la vallée d'Ak-Keupru, au nord des portes de Cilicie, 2/10, n° 902.

Pyrenophora Astragalorum R. Maire, nov. sp.

Peritheciis sparsis, primo tectis, dein erumpentibus, subglobosis, apice setis rigidis, longiusculis, acutis, levibus, fuligineis, divergentibus ornatis, 200-300 μ diam.; ascis cylindraceutis vel clavatis, 80-130 $\times$ 26-36 μ , 2-8-sporis, paraphysatis; ascosporis distichis oblongis, 34-50 $\times$ 14-26 μ , rarius usque 80 $\times$ 28 μ , flavo-brunneis, dein fuligineis, levibus, dense muralibus, transverse 7-9-septatis, longitudinaliter 3-septatis, ad septa omnia æqualiter contractis.

Hab. in rachidibus putrescentibus foliorum *Astragalorum*.

Olympe de Bithynie, sur *Astragalus* sp., rochers de la zone alpine, 30/8, n° 1156. — Mont Argée, sur *Astragalus gummifer*, au-dessus de Tchomakle, 2 000 mètres, 26/9, n° 1157.

NOTA. — Cette espèce paraît bien caractérisée par ses spores de grande taille, très densément et très régulièrement murales, qui font penser à celles du *P. polyphragmia*, bien qu'elles pré-

sentent moins de cloisons transversales. Les asques octosporés ont des spores relativement petites, tandis que dans les asques bisporés on peut trouver des spores géantes.

Clathrospora planispora (Ellis) Berlese, Monogr. Pleosp. p. 200, t. IX, fig. 5; Sacc. Syll., IX, 894; Berlese, Icon. Fung II, p. 32, t. XLIX, fig. 1. = *Pleospora planispora* Ellis in Torrey, Bot. Club, 1883; Ell. et Ev. North Amer. Pyrenom., p. 341; var. *glacialis* R. MAIRE.

A typo differt ascosporis paullulum minoribus, brunneo-fuliginis nec ochraceo-melleis, 30-35 × 16-17 × 7-9 μ.

Sur les chaumes desséchés d'*Alopecurus textilis*, dans la zone alpine du mont Argée, 3 000 mètres, 26/9, n° 1147 (c).

OBSERVATIONS. — La forme ci-dessus correspond, d'une façon à peu près complète, au type américain figuré par BERLESE, *loc. cit.* Périthèces 200-250 μ, asques environ 120-130 × 28 μ, spores 30-35 × 16-17 × 7-9 μ, à cinq cloisons transversales, à loges médianes divisées longitudinalement. Elle ne diffère guère du type que par ses spores un peu plus petites et de couleur brun-noir et non jaune-ocracé; il resterait toutefois à vérifier si cette différence de coloration ne tient pas à une maturation moins complète des spores des spécimens américains.

Clathrospora constricta R. Maire, nov. sp. (fig. 1).

Peritheciis sparsis vel aggregatis, erumpentibus, globoso-de-

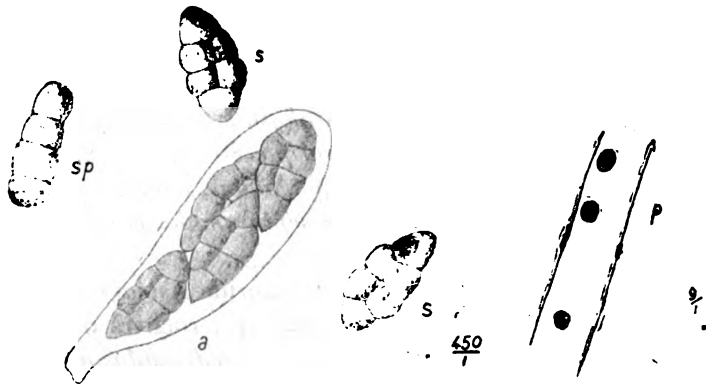


FIG. 1. — *Clathrospora constricta* R. Maire.

a, asque à quatre spores.

s, s, spores vues de face.

sp, spore vue de profil. G = 450.

p, périthèces sur un rameau desséché. G = 9.

pressis, levibus, nigris, ostiolo papillato; ascis oblongo-clavatis, rectis vel curvatis, subsessilibus vel brève pedicellatis, 3-8 sporis, paraphysibus filiformibus mox gelificatis obvallatis; ascosporis distichis, levibus, brunneis, ellipsoideo-complanatis, sursum plerumque rotundatis vel obtusis, deorsum sæpe plus minusve acutatis, transverse 3-septatis (loculis mediis septo longitudinali divis), ad septa constrictis.

Mensur. Asci octospori : $95-120 \times 28-34 \mu$.

Asci tetraspori : $85-105 \times 28-31 \mu$.

Ascosporæ : $29-37 \times 16-19 \times 11-13 \mu$.

Perithecia : $280-400 \mu$ diam.

Hab. in caulibus aridis anni præteriti *Gypsophilæ olympicæ* in zona alpina Olympi Bithyni.

NOTA. — Ce *Pyrénomycète* a été rencontré par nous sur des spécimens de *Gypsophila olympica* récoltés par BOISSIER en août 1842. Il nous paraît différer de tous les *Clathrospora* décrits jusqu'ici, par ses spores pauciloculaires, étranglées aux cloisons, ce qui leur donne l'aspect de balles de spores simples.

Polystigma rubrum (Pers.) D. C.

Sur les feuilles d'*Amygdalus communis* à Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 25/9, n° 764.

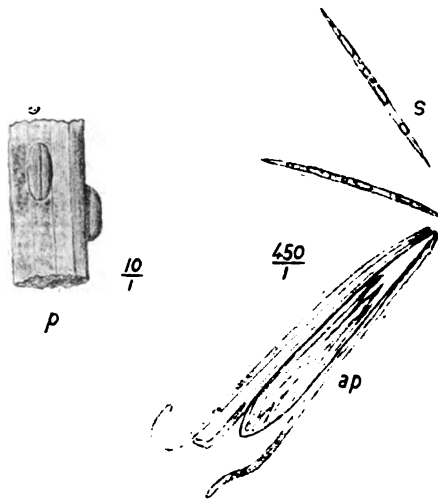
Hadotia (nov. gen. *Hysteriacearum*).

Perithecia superficialia, oblongata, membranaceo-carbonacea, longitudinaliter dehiscentia. Asci 8-spori, cylindraceo-clavati. Ascoporæ filiformes, hyalinæ, 1-cellulaires vel septatæ, parallele stipatæ. Paraphyses filiformes.

OBSERVATIONS. — Ce genre correspond exactement, parmi les *Hystériacées scolécosporées*, aux genres *Hysterium*, *Hysterographium*, *Glonium*, etc., des autres tribus. Il vient combler la case 30 du tableau de SACCARDO (Syll. Fung., XIV, p. 26). Dans la classification de REHM (Ascomyceten : Hysteriaceen und Disco-myceten, p. 3), *Hadotia* se place parmi les *Hystérinées*, où il correspond au genre *Lophodermium* des *Hypodermineés*. Nous dédions ce genre au Dr HADOT, de Pouxieux (Vosges), mycologue distingué, qui emploie à l'étude des champignons vosgiens tous les loisirs que lui laisse sa clientèle et a enrichi la flore mycologique de sa région de plusieurs espèces rares.

Hadotia nivalis R. Maire, nov. sp. (fig. 2).

Peritheciis culmigenis, sparsis, nigris, nitidis, levibus, membranaceo-carbonaceis, oblongatis utrinque rotundatis, $3\frac{3}{4}$ - $1\frac{1}{4}$ mm $\times$ $1\frac{1}{2}$ - $3\frac{3}{4}$ mm, rima perithecii longitudinem æquante demum hiantibus; hymenio hygrophano, udo griseo, sicco albido; ascis cylindraceo-clavatis, apice conoideo, obtuso, sessilibus vel breviter pedicellatis, 80 - 110×8 - 11μ ; ascosporis parallele stipatis, rectis vel flexuosis, apice rotundatis, basi longe attenuatis acutis, 50 - $80 \times 1\frac{1}{2}$ - 2μ , sæpe 1-3 septatis; paraphysibus filiformibus ascos superantibus, apice flexuosis vel circinatis.

FIG. 2. — *Hadotia nivalis* R. Maire.

p, périthèces vus de face et de profil. G = 10.

ap, asque et paraphyses.

s, spores. G = 450.

Sur les chaumes desséchés d'*Alopecurus textilis* Boiss. dans la zone alpine du mont Argée (Erdjias-Dagh) au-dessus de Kaisserie, Cappadoce, 26/9, n° 1147.

OBSERVATIONS. — Ce champignon se rapproche de certains *Lo-phium* dont il reste distinct par son périthèce hystériiforme et par ses paraphyses non rameuses. On trouve avec lui une forme imparfaite qui en est sans doute l'état pycnidien; nous décrivons cette forme imparfaite sous le nom de *Leptostromella nivalis*. Cf. page 8.

Les périthèces paraissent parfois immergés lorsqu'ils se sont formés entre la tige et une gaine foliaire plus ou moins désagrégée, à travers laquelle ils viennent s'ouvrir au dehors, mais ils ne se développent jamais dans les tissus comme les périthèces du *Lophodermium arundinaceum*, auquel notre champignon ressemble par ses asques, ses spores et ses paraphyses.

Phialea Stipæ (Fuckel) Rehm, var. **stigmaion** Rehm, Exsicc. Ascom. 767. Teste REHM !

Sur les chaumes desséchés de l'*Alopecurus textilis*, dans la région alpine du mont Argée, 3 000 mètres, 27/9, n° 1147 (d). Sur les feuilles desséchées de la même plante, dans la même localité (BALANSA, ann. 1856, in Herb. Univ. Nancy).

OBSERVATIONS. — Ce champignon paraît être une variété alpine du *P. stipæ*. Il n'a en effet été rencontré jusqu'ici que par REHM dans la zone alpine du Tyrol, sur *Phleum* et *Nardus*, et dans la zone alpine de l'Argée.

Sphacelotheca Reiliana (Kühn) Clinton, Proc. Boston Soc. Nat. Hist., XXXVI, 1904. = *Ustilago Reiliana* Kühn, Sacc. Syll., VII, 471.

Sur *Sorghum halepense*, dans les ruines de Pompeiopolis, près Mersina, Cilicie, 6/10, n° 851.

Sphacelotheca Ischæmi (Fuck.) Clinton, Proc. Boston Soc. Nat. Hist., XXXVI, 1904. = *Ustilago Ischæmi* Fuck, Sacc. Syll. VII, 454.

Dans les inflorescences de l'*Andropogon ischæmum*, aux portes de Cilicie, 4/10, n° 836.

Tilletia lævis (Kühn), Sacc. Syll. VII, 485 !

Dans les ovaires de *Triticum durum*, Tchatalkeuï, Galatie, 16/9, n° 951.

Uromyces Valerianæ (Schum.) Fuck., Fischer Ured. Schw. 54.

II. III. Sur les feuilles de *Valeriana alliarüfolia*, dans les forêts d'*Abies Nordmanniana* de l'Olympe de Bithynie, 1 600 mètres, 30/8, n° 550 (*Matrix nova*).

Uromyces Terebinthi (D. C.) Wint., Pilze, 147, Sacc. Syll. VII, 552. = *Pileolaria Terebinthi* Cast. Obs. Ured. I, p. 22.

II. III. Sur les feuilles de *Pistacia terebinthus*, dans les ruines de Pompeiopolis, près Mersina, Cilicie, 6/10, n° 860.

Uromyces Gypsophilæ Cooke, Sacc. Syll. XIV, 276.

II. III. Sur les feuilles de *Gypsophila anatolica*, à Sivas (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD), n° 1134 (*Matrix nova*).

II. III. Sur les feuilles de *Saponaria vaccaria*, à Tavra (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD), n° 1135 (*Matrix nova*).

OBSERVATIONS. — La description donnée par SACCARDO, *loc. cit.*, est encore très incomplète en ce qui concerne les téléutospores. Aussi donnons-nous ici la description de l'*Uromyces* du *G. anatolica* et du *S. vaccaria*.

Soris utriusque formæ in maculis pallidis insidentibus, uredosporiferis cinnamomeo-brunneis, minutis, rotundatis, in maculis pallidis insidentibus; uredosporis ovoideis vel subglobosis, flavo-brunneis, echinulatis, 2-3 poros æquatoriales papilla hyalina, applanata, 2-3 µ crassa opertos gerentibus, 21-29 × 16-24 µ; teleutosporiferis majusculis, atro-brunneis, uredosporis sæpius immixtis; teleutosporis subglobosis vel ovoideis, episporio crassiusculo (2,5-3 µ), intense fusco, grosse et sparse verrucoso, apice papilla hyalina, hemisphærica vel applanata auctis, 11-27 × 21-24 µ; pedicello hyalino, evanido.

Hab. in foliis *Gypsophilæ anatolicæ* Boiss. et Heldr. et *Saponariæ vaccariæ* L.

Uromyces caryophyllinus (Schränk.) Wint.

III. Sur les tiges de *Buffonia virgata*, sur les collines au-dessus de Kaisserie (Césarée de Cappadoce), 23/9, n° 614 (*Matrix nova*).

L'*U. caryophyllinus* n'avait encore été rencontré que sur des Silénées; la forme du *Buffonia* présente des téléutospores identiques à celles des *Dianthus*, *Tunica*, *Saponaria*, etc. Les fines verrues des téléutospores sont assez difficiles à voir dans le lactophénol, mais on y arrive cependant, en observant avec attention, au moyen d'un objectif à immersion.

Uromyces proeminens (D. C.) Lév., Sacc. Syll. VII, p. 553 (pro parte), Magnus, Ber. d. D. Bot. Ges., XIV, 1896.

I. III. Sur *Euphorbia chamæsyce*, à Sivas (P. GIRARD), n° 1136.

Uromyces excavatus (D. C.) Cooke; Magnus, Hedw. 1877, 71.

= *U. scutellatus* Lév., Sacc. Syll. VII, 552 ! R. Maire, Bull. Soc. Mycol. France, 1905, p. 147.

Sur l'*Euphorbia tinctoria*, dans le massif du mont Argée, entre Tékir et Tchomakle, 1 800 mètres, 26/9, n° 666.

OBSERVATIONS. — Cet *Uromyces* infecte la plante nourricière en totalité ou presque en totalité, déformant les tiges atteintes, qui restent simples et dont les feuilles se couvrent des fructifications du parasite. Les tiges attaquées sont entièrement stériles ; on trouve parfois à côté d'elles, sur le même pied, des tiges saines qui fleurissent, mais dont la ramification est beaucoup moins développée que celle des plantes normales. L'*Uromyces* ne produit que des téléospores, même sur les plus jeunes feuilles. Par là, il se distingue de l'*U. tinctoriicola* Magnus, parasite de la même Euphorbe, qui diffère encore par ses sores plus grands, pulvinsés, les téléospores à pédicelle plus long et à épispore couvert de très grosses verrues, de forme irrégulière, souvent très allongées.

Notre *Uromyces* a au contraire des sores petits, excavés, des téléospores à pédicelles plus courts, arrondies ou ovoïdes, à épispore finement verruqueux. Bien que nous n'ayons remarqué dans les sores aucune urédospore, nous pensons que les différences morphologiques sont insuffisantes pour séparer ce champignon de l'*U. excavatus* (D. C.) Magnus des *Euphorbia cyparissias*, *verrucosa*, etc. La forme qui croît en Espagne sur l'*E. luteola* (Cf. R. MAIRE, Bull. Soc. Mycol. France, 1905, p. 147, sub *Uromycete scutellato* Lév., Sacc., non D. C.) est extrêmement voisine de celle de l'*E. tinctoria* et produit sur la plante nourricière des déformations très analogues.

Des expériences d'infection permettront probablement un jour de déceler parmi ces *Uromyces* des espèces biologiques adaptées aux diverses espèces d'Euphorbes qui les hébergent.

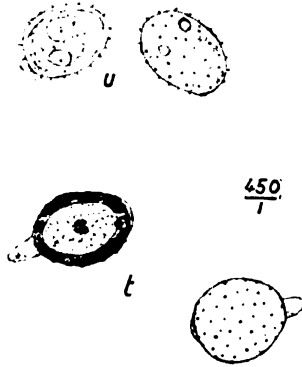
L'*U. excavatus* était accompagné, sur les Euphorbes qu'il infectait, par le *Melampsora Helioscopiæ* dont les sores urédosporifères jaunes-orangés se mêlaient aux sores bruns-noirs de l'*Uromyces*.

Uromyces Alchemillæ (Pers.) Wint., Fisch. Ured. Schw. 44.

II. III. Sur les feuilles d'*Alchemilla acutiloba* Stev. dans la zone alpine de l'Olympe de Bithynie, 1 800-1 900 mètres, 30/8, n° 544.

Uromyces argæus R. Maire, nov. sp. (fig. 3).

Soris uredosporiferis maculis pallidis insidentibus, mox nudis, minutis, rotundatis, sparsis, cinnamomeo-brunneis; uredosporis ovoideis vel ellipsoïdes, $19-30 \times 18-25 \mu$, episporio dilute brunneo, sparse verruculoso, 3, rarius 2 poros gerentibus; soris teleutosporiferis atro-brunneis, minutis, pulverulentis, rotundatis, spar-

FIG. 3. — *Uromyces argæus* R. Maire.

u, urédospores, coupe optique et vue de la surface.
t, téléutospores, coupe optique et vue de la surface.

sis; teleutosporis subglobosis ovoideis vel ellipsoïdes, basi rotundatis apice poro pertuso papilla hyalina applanata auctis, $22-28 \times 18-24 \mu$, episporio brunneo, crassiusculo (3μ) minute verruculoso, verruculis sine ordine dispositis; pedicello hyalino evanido.

Hab. in foliis *Rumicis tuberosi*.

II. III. Sur les feuilles de *Rumex tuberosus* L., au bord des ruisselets; sur le mont Argée (Erdjias-Dagh), près du poste de Tékir, 2 000 mètres, 26/9, n° 670.

OBSERVATIONS. — Cet *Uromyces* est voisin de l'*U. Rumicis* dont il se distingue par ses téléutospores couvertes de petites verrues, à papille aplatie et à épispore plus épais. Il se distingue, d'autre part, de l'*Uromyces Acetosæ* Schrœt. par ses urédospores à aiguillons peu denses et les verrues des téléutospores non disposées en lignes ondulées. Il paraît ne posséder que des urédospores et des téléutospores.

Uromyces Limonii (D. C.) Lév., Sacc. Syll. VII, 532, var. *Statices pycnanthæ* R. Maire.

A typo differt teleutosporis rotundatis nec elongatis, 23-39 × 21-26 μ (med. 25-29 × 23-25 μ) soris teleutosporiferis ab uredosporiferis indistinctis.

II. III. Sur les feuilles et les tiges de *Statice pycnantha* C. Koch, dans les marais salés de Kilissé-Hissar (Tyane) au sud de Nigdé, 2/10, n° 789. Cette forme se distingue du type parasite des *Statice Limonium* et *Gmelini* par ses téléutospores rondes comme celles de l'*Uromyces Armeriæ* (Schlecht.) Lév. ; elle reste cependant bien distincte de ce dernier par ses téléutospores plus épaisses au sommet, portées sur des pédoncules persistants.

Puccinia Absinthii (D. C.), Sydow Monogr. Ured. I. 111.

II. III. Sur les feuilles et les tiges d'*Artemisia fragrans*, dans les « chotts », entre Indjesou et Develu-Karahissar, Cappadoce, 30/9, n° 752 et 756 (*Matrix nova*).

Puccinia Taraxaci bithynici R. Maire, nov. sp. (fig. 4).

Soris uredosporiferis amphigenis, maculis pallescentibus insi-

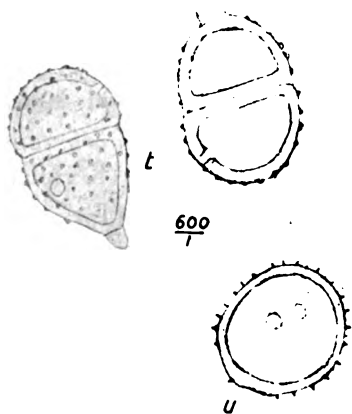


FIG. 4. — *Puccinia Taraxaci bithynici* R. Maire.
t, téléutospores, coupe optique et vue superficielle.
u, uredospore, coupe optique et indication de la position des pores.

dentibus, sparsis, rotundatis vel oblongis, minutis, brunneis, uredosporis globosis vel ovatis, poris 2 æquatorialibus præditis, echi-

nulatis, brunneis, 25-31 × 21-26 μ; soris teleutosporiferis conformibus, brunneis, mox in pulverem abeuntibus; teleutosporis ovoideis vel ellipsoideis, apice rotundatis nec incrassatis, medio non vel vix constrictis, basi rotundatis vel attenuatis, episporio tenui (1,2-1,8 μ), brunneo, distincte verruculoso, 31-42 × 21-26 μ.

Hab. in foliis vivis *Taraxaci bithynici*.

N.B. — Cette Puccinie se distingue du *Pucc. Taraxaci* Plowr. par ses téléutospores très distinctement verruqueuses de teinte foncée, de taille plus considérable et de forme moins allongée. Le *Pucc. Taraxaci* a au contraire des téléutospores très finement ponctuées (comparer la fig. 4 avec la fig. 23 b. de JACKY, *Die Compositen-bewohnenden Puccinien*, thèse Bern., 1899), d'un brun pâle, de forme beaucoup plus irrégulière, mais presque toujours plus allongée. *Pucc. decipiens* Mass. se distingue par ses téléutospores à épispore épais (3 μ) et ses urédospores peu nombreuses dans les sores téléutosporifères. Les pores de la téléutospore sont le plus souvent à peu près à mi-hauteur de chacune des cellules. Il ne paraît pas exister de différenciation en sores urédosporifères primaires et secondaires, comme on le voit fréquemment dans le *Pucc. Taraxaci*.

Sur *Taraxacum Bithynicum*, rochers au sommet de l'Olympe de Bithynie, 30/8, n° 446.

Puccinia Hieracii (Schum.) Mart., Syd. Mon. Ured. I, 95.

II. III. Sur les feuilles de *Hieracium crinitum* Sm., dans les forêts de sapins de l'Olympe de Bithynie (Kéchich-Dagh), au-dessus de Brousse, 30/9, n° 527 (*Matrix nova*).

Puccinia Cirsii Lasch. in Rabenh. Fung. Eur., n° 89; Sydow Monogr. Ured. I, 55.

II. III. Sur les feuilles de *Cirsium leucopsys* Griseb., au bord des ruisselets de la région subalpine de l'Olympe de Bithynie (Kéchich-Dagh, au lieu dit Kerkbounar), 30/7 (*Matrix nova*).

OBSERVATIONS. — Cette forme est remarquable par ses téléutospores de grande taille, 27-47 × 20-27 μ, à verrues très petites; les urédospores sont également plus grandes que dans les formes antérieurement connues du *P. Cirsii*; elles n'ont pas moins de 25-31 × 24-27 μ.

Puccinia Acroptili Sydow, Monogr. Ured. I, p. 4.

La description de Sydow est à modifier légèrement ; les téléospores atteignent jusqu'à 50 μ de longueur, leur pédicelle long et persistant atteint 65 μ et quelquefois plus.

II. III. Sur les feuilles vivantes d'*Acroptilon Picris*, aux environs d'Angora, 13 septembre 1904.

N. B. — Cette espèce est extrêmement voisine de *Puccinia Centaureæ* Mart.; il est bien difficile de l'en distinguer par des caractères morphologiques, et elle devra peut-être lui être réunie si des expériences d'infection ne viennent pas prouver sa spécialisation.

Puccinia Acarnæ Sydow, Monogr. Ured. I, 130.

II. III. Sur les tiges et les feuilles de *Picnemon Acarna*, vallée d'Ak-Keupru, près de Bozanti-Khan, au nord des portes de Cilicie, 3/10, n° 782.

Puccinia Carlinæ Jacky, Sydow, Monogr. I, 35.

II. Sur les feuilles de *Carlina oligocephala* Boiss., vallée de Knourghdour, près Sivas, n° 1073 (spécimens récoltés par les PP. RODIGAS et GIRARD).

Les urédospores sont bien conformes à celles du *P. Carlinæ* européen et présentent également trois pores.

Puccinia Phæopappi R. Maire, Bull. Soc. Mycol. France, 1905, p. 149 cum icône.

Sur les feuilles et les tiges de *Stæhelina Lobelii* D. C. = *S. apiculata* Labill., dans les montagnes du Taurus de Cilicie : rochers calcaires à Ak-Keupru, au nord des portes de Cilicie, 3/10, n° 734. — Château ruiné de Gulek (sur des exemplaires de l'herbier Boissier récolté par KOTSCHY, en 1836). — Boulghar-Dagh (sur des exemplaires de l'herbier Boissier recueillis par DE HELDREICH, en septembre 1845).

OBSERVATIONS. — La plante nourricière de ce *Puccinia* n'est pas le *Phæopappus Kotschyi* Boiss. (err. *Kotschyani*, Bull. Soc. Mycol. France, loc. cit., p. 149, ligne 6), mais bien le *Stæhelina Lobelii* D. C. Cette erreur, résultat d'une transposition d'étiquettes effectuée involontairement par notre collaborateur M. PETITMENGIN dans son étude des plantes vasculaires recueillies par nous en

Asie Mineure, soulève un problème de nomenclature. Doit-on conserver à la Puccinie le nom de *P. Phæopappi* alors qu'elle ne croît pas sur un *Phæopappus*? On pourrait répondre que, les règles de la nomenclature des cryptogames cellulaires n'ayant pas été encore établies, l'auteur est libre dans ce cas de changer le nom erroné.

Mais ces lois doivent être établies sur les mêmes principes fondamentaux que celles de la nomenclature des plantes vasculaires. Or, une des bases de celle-ci, admise à une écrasante majorité par le Congrès de Vienne de 1905, est le principe « *A name is a name* », c'est-à-dire : un nom est un nom, une sorte de numéro, destiné à désigner une plante sans prétendre à autre chose. On ne peut changer un nom de plante sous prétexte que ce nom évoque un caractère quelconque étranger à cette plante. Le Congrès de Vienne a admis que l'on conserverait des noms tels que *Papaver hybridum*, *Athamanta cretensis*, bien qu'il s'agisse d'un *Papaver* n'ayant rien d'hybride et d'un *Athamanta* qui ne croît pas en Crète. De HALACSY, appliquant ce principe, nomme *Poa trichopoda* Heldr. et Sart., in Boiss. Diagn. Pl. Orient., un *Poa* du Parnasse qui avait été redécrit postérieurement sous le nom de *P. trichophylla* Heldr. et Sart. in Boiss. Flor. Orient., avec une annotation de HELDREICH et SARTORI, expliquant que la dénomination des Diagnoses provenait d'une coquille typographique. Un auteur ne peut donc ni corriger un nom erroné donné par un autre auteur ni même changer un nom donné par lui-même. Il n'y a donc pas lieu de changer le nom de *Puccinia Phæopappi*, d'autant que l'on trouve déjà chez les Urédinées des noms analogues, tels que *Puccinia Prenanthis* sur *Lactuca muralis*, *Puccinia Athamantæ* sur *Peucedanum cervaria*, etc.

***Puccinia Endiviæ* Pass., Sydow Monogr. Ured., 49.**

Sur les tiges desséchées de *Cichorium divaricatum* Schousb., dans les ruines de Pompeiopolis, près Mersina (Cilicie), 6/10, n° 813.

OBSERVATIONS. — Les téleutospores de cette Puccinie sont complètement lisses, mais ne diffèrent pas autrement de celles de la forme du *Cichorium Endivia* dont elles possèdent le long pédoncule. Or, nous avons montré (Bull. Soc. Mycol. France, 1905, p. 218), que dans ce groupe la verrucosité des téleutospores, par-

fois nulle, presque toujours très faible, peut varier dans des proportions considérables chez une seule et même espèce. Il n'y a pas lieu dans ces conditions de séparer la Puccinie du *Cichorium divaricatum* de celle du *C. Endivia*, d'autant que cette seconde chicorée, qui n'est connue qu'à l'état cultivé, serait issue de la première, si l'on en croit AL. DE CANDOLLE, *Origine des plantes cultivées*, p. 77-78.

Puccinia Menthæ Pers., Fisch. Ured. Schw., 168.

II. III. Sur les feuilles de *Mentha silvestris* var. *Wierzbickiana* Opiz (pro sp.), sous les saules près du village de Tchatalkeuï, Galatie, 16/9, n° 1072. — II. III. Sur les feuilles de *Mentha aquatica*, ruisselets du mont Argée (Erdjias-Dagh), près du poste de Tékir, 26/9, n° 690.

Puccinia Gentianæ (Str.) Link., Sydow Monogr. Ured. I, 340.

II. III. Sur les feuilles de *Gentiana gelida*, dans les prairies alpines des montagnes de l'Arménie russe. Sur des spécimens recueillis par Szovets (*in herb. Boissier ex herb. Horti Petropolitani*), n° 1153. — II. III. Sur les feuilles de *Gentiana gelida* var. *cyanantha* (*G. calycina* Freyn. *in herb. Boissier*, non Boiss !), sur le Tavehan-Dagh, près Sivas. Sur des spécimens recueillis par le P. GIRARD, n° 1074.

Puccinia Bupleuri-falcati (D. C.) Wint., Sydow Monogr., 364; Lindr. in Act. Soc. Fl. et Faun. Fennica, XXII, p. 131; Fischer, Ured. Schw.

III. Sur les feuilles et les tiges desséchées de *Bupleurum Heldreichii*, dans les champs au-dessus de Kaissérie (Césarée de Capadoce), 23/9, n° 586 (*Matrix nova*). — II. III. Sur *Bupleurum nodiflorum*, moissons près de l'embouchure du Nahr-Sainik à Saïda, Syrie, 21/4 1853 (BLANCHE), n° 1087.

OBSERVATIONS. — Cette Puccinie appartient au type A de LINDROTH, à téléutospores ayant l'épispore épais et foncé. Nous avons infecté avec les téléutospores en germination de jeunes semis de *Bupleurum Heldreichii*. L'infection s'est produite alors que les semis ne possédaient que deux feuilles : elle s'est immédiatement généralisée et les pieds atteints ont crû beaucoup plus vite que

les pieds sains. Ils présentaient des entrenœuds très allongés et des feuilles de dimensions réduites, couvertes de spermogonies; ils n'ont malheureusement pas produit d'écidies et sont morts de bonne heure, tandis que les pieds sains fleurissaient et fructifiaient. Bien que cette expérience soit restée incomplète, elle éclaire la biologie du *P. Bupleuri-falcati* croissant sur une espèce annuelle. L'infection des jeunes plantes par les téléutospores produit une infection généralisée, amenant la déformation et la castration de la plante atteinte, qui meurt sans porter de fructifications du parasite autres que des spermogonies et des écidies. Les écidiospores infectent les plantes adultes, mais cette infection reste localisée et donne lieu à la production de sores téléutosporifères çà et là, sans que l'aspect général de la plante soit modifié et sans que cette dernière soit empêchée de produire et de mûrir ses graines.

Dans le *B. falcatum*, espèce vivace, le mycélium de la forme écidienne est pérennant dans les parties souterraines et les pieds infectés développent au printemps des feuilles et des tiges à croissance rapide, à entrenœuds allongés. Toutes les feuilles sont couvertes de spermogonies ou d'écidies; la plante infectée ne fleurit pas et ses parties aériennes meurent de bonne heure. Les écidiospores infectent les plantes adultes du voisinage; celles-ci portent des sores téléutosporifères disséminés, tout en fleurissant et fructifiant abondamment.

Nous avons pu suivre ce développement sur les coteaux calcaires des environs de Nancy et de Toul, où *P. Bupleuri-falcati* parasite abondamment le *B. falcatum*. Ajoutons que les urédospores sont très rares : sur le *B. Heldreichii* nous n'en avons trouvé aucune trace; sur le *B. falcatum*, on en trouve parfois quelques-unes dans les jeunes sores téléutosporifères. Comme le dit très justement FISCHER, *loc. cit.*, cette espèce est une forme de passage entre les *Eupuccinia* et les *Pucciniopsis*.

Puccinia pulverulenta Grev. Fl. Edinb., 482.

P. Epilobii-tetragoni Wint. Pilze, 214, Sydow Monogr. Ured. I, 424. — *Uredo vagans* α *Epilobii-tetragoni* D. C. Fl. Fr. II, p. 228.

II. III. Sur les feuilles d'*Epilobium hirsutum*, à Sivas (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD), n° 1122.

OBSERVATIONS. — Le nom de *P. Epilobii-tetragoni* créé par WINTER et repris par SYDOW n'est pas admissible pour deux raisons :

1° Il est inadmissible qu'un nom de forme imparfaite entièrement provisoire et représentant le plus souvent une conception erronée puisse prétendre à la priorité en concurrence avec le nom donné pour la première fois à la forme parfaite. Or, DE CANDOLLE n'a décrit que la forme imparfaite sous le nom d'*U. vagans* α *Epilobii-tetragoni*;

2° En admettant même que D. C. ait décrit la forme parfaite sous ce nom, il ne l'a considérée que comme variété. Or, d'après les règles de la nomenclature votées par le Congrès de Vienne en 1905, la « Kew rule » est applicable dans le cas où une variété est élevée au rang d'espèce. Le nom de GREVILLE, *P. pulverulenta*, doit donc avoir la priorité : il n'est d'ailleurs pas inconnu, ayant été employé par COOKE, BERKELEY, PLOWRIGHT.

Puccinia Violæ (Schum.) D. C., Sydow Monogr. Ured. I, 439.

II. III. Sur *Viola silvatica*, dans les forêts d'*Abies Nordmanniana* de l'Olympe de Bithynie, 30/8, n° 514.

Puccinia Saxifragæ Schlecht. Fl. Berol. II, 134; Sydow Mon. Ured. I, 500.

Sur les feuilles de *Saxifraga sibirica*, zone alpine du mont Argée, 27/9, n° 1076.

Puccinia Asphodeli Moug. in Duby; Sydow Mon. Ured. I, 617.

Cutomyces (Cytomyces) *Asphodeli* Thüm. Contr. Fl. Lusit. 12.

III. Sur les feuilles desséchées d'*Asphodelus microcarpus*, dans les ruines de Pompeiopolis, près Mersina, Cilicie, 6/10, n° 812.

Puccinia Cynodontis Desmaz, Sydow Monogr. Ured. I, 748.

II. III. Sur les feuilles de *Cynodon Dactylon*, près de Nigdé, Lycaonie, 2/10, n° 800.

OBSERVATION. — Sur ces spécimens, nous n'avons rencontré qu'une seule sorte d'urédospores, à 3-4 pores, à épispore épais de 2,6 à 3 µ, brun clair, couvert de petites verrues très denses; nous n'avons pas trouvé les deux formes d'urédospores signalées par MAGNUS sur un exemplaire de Perse. Cf. MAGNUS, in *Zool. Bot. Ges. Wien*. 1899, p. 95.

Le *P. Cynodontis* est très voisin du *P. Cesatii* de l'*Andropogon*

Ischæmum, dont les urédospores possèdent le même épispore densément verruqueux, encore plus épais et plus pâle. Les téléutospores sont aussi assez semblables, mais plus épaissies au sommet dans le *P. Cynodontis*.

Puccinia Cesatii Schröter, Cohn's Beitr. III, p. 70; Syd. Mon. Ured. I, 722.

II. Sur les feuilles d'*Andropogon Ischæmum*, défilé des portes de Cilicie (Gulek-Boghaz), 4/10, n° 1105.

Puccinia graminis Pers. Disp. meth., 39.

I. Sur les feuilles de *Berberis crataegina*, au Melekum-Dagh, au-dessus de Sivas (sur des spécimens récoltés par le P. GIRARD, 2/6 1892), n° 1120 (*Matrix nova*).

Puccinia Lolii Niels., Sydow Monogr. Ured. I, 704.

= *P. coronifera* Kleb.

II. III. Sur *Lolium perenne*, dans la vallée d'Ak-Keupru, au nord des portes de Cilicie, 3/10, n° 737.

Phragmidium violaceum (Schultz) Wint. Pilze, 231, Sacc. Syll. VII, 744.

II. III. Sur *Rubus tomentosus* Borck.; forêts de sapins de l'Olympe de Bithynie, 30/8, n° 1036.

Gymnosporangium Sabinæ (Dicks.) Wint.

I. Sur les feuilles de *Pirus elæagrifolia* var. *Kotschyana*, aux portes de Cilicie, près du khân Khaïva-Bele, 4/10, n° 823 et 890.

Melampsora Helioscopiæ (Pers.) Wint.

II. III. Sur les feuilles d'*Euphorbia tinctoria*, à Kaisserie (Césarée de Cappadoce), sur les pentes du mont Argée, 23-27/9, n°s 607, 680, 888.

OBSERVATION. — Les téléutospores de cette forme sont très allongées : $45-75 \times 11-13 \mu$.

Pucciniastrum Epilobii (Pers.) Oth., Fisch. Ured. Schw. 459.

II. Sur les feuilles d'*Epilobium origanifolium* Lamk., le long des ruisselets, près du poste de zaptiés de Tékir, sur la route de Kaisserie à Everek, sur les flancs du mont Argée (Erdjias-Dagh), 2 100 mètres, 26/9, n° 698 (*Matrix nova*).

Entyloma Schinzianum (Magnus) Bubák, in Ann. Mycol. IV, 1906, p. 106. = *Exobasidium Schinzianum* Magnus, Sacc. Syll. XI, 130; F. von Höhnelt in Ann. Mycol. III, 402; R. Maire, Bull. Soc. Mycol. France, 1903.

Sur les feuilles vivantes de *Saxifraga rotundifolia*, au bord d'un ruisseau de la zone subalpine de l'Olympe de Bithynie, 1 800 mètres, 30/8, n° 500.

OBSERVATION. — BUBÁK a trouvé, sur des exemplaires récoltés au Monténégro sur *Saxifraga rotundifolia* et sur d'autres que nous avons récoltés ensemble à Herkulesfürdő, en Hongrie, des chlamydospores en même temps que la forme conidienne. Nos exemplaires de l'Olympe de Bithynie ne portent que la forme conidienne.

Dictyolus membranaceus (Dicks.) R. Maire (comb. nov.).

= *Helvella membranacea* Dicks., fasc. I, p. 21 (1786); Sow. Tab. 348. = *H. retiruga* Bull. Tab. 498, fig. 1 (1791). = *Merulius membranaceus* With., Bot. arr., ed. 3, vol. IV, p. 153. = *Cantharellus retirugus* Fr. Hym. Eur., p. 460. = *Dictyolus retirugus* Quél., Fl. Mycol., 34; var. *marginatus* R. Maire.

Sur les *Hypnum*, dans les tourbières subalpines de l'Olympe de Bithynie, 30/8, n° 1151.

Pileo lateraliter vel vix postice fibrillis adfixo, udo fulvo, 1-2 cm.; margine atro-brunneo, lamellis e basi radiantibus, fulvis, reticulatis, basidiis cylindraceo-clavatis, 20-25 × 7-8 μ, 4-sporis; sp. ovoideis, hyalinis, levibus, 1-guttulatis, 8 × 5-6 μ.

Ce champignon correspond bien à la description de QUÉLET, qui donne aussi pour les spores 8 μ de long. Il représente toutefois une forme plus foncée; la marge devient étroitement brun-noir dans les exemplaires adultes, par suite du brunissement de la membrane des hyphes qui la composent.

Le champignon figuré par COOKE, Illustr., Tab. 1112, est une forme plus pâle et à spores plus arrondies et plus grandes (10 × 8-9 μ). *Dictyolus lobatus* Quél. ressemble à notre champignon par sa couleur brune, mais s'en sépare par les lamelles plus développées, rarement anastomosées et seulement au centre, et les spores petites (4 × 2 1/2-3 μ). Cf. PATOUILLARD, Tab. Anal., fig. 13.

Toutefois, KARSTEN, Krit. Cefv. I, 274, donne au *D. lobatus* des spores de 6-9 × 5-6 μ. Il est possible que *D. membranaceus* et *D.*

lobatus ne soient que les variétés extrêmes d'une même espèce. Notre variété *marginatus* serait un type intermédiaire.

Bovista plumbea Pers. Disp. meth., p. 5.

Pâturages sur les flancs du mont Argée (Erdjias-Dagh), vers 2 000 mètres, 25/9.

Bovista nigrescens Pers. Disp. meth., p. 6.

Forma cupricolor (teste LLOYD).

Pâturages de la zone subalpine de l'Olympe de Bithynie, 30/8, n° 1124.

L'HYLÉSINE POLYGRAPHE

ET LES

ÉPICÉAS DE LORRAINE

Par M. E. HENRY

Les épicéas introduits en grand nombre dans les parcs, les plantations et même les forêts de Lorraine sont, depuis quelques années, très éprouvés par les attaques d'un bostriche. Ce n'est point le terrible bostriche typographe qui, à la suite de l'ouragan du 1^{er} février 1902 (¹), a pullulé sur les épicéas spontanés des Vosges d'une façon tout à fait anormale, faisant rapidement périr non seulement les tiges endommagées par les chablis ou ébranlées par le vent, mais encore un grand nombre d'arbres parfaitement sains. Grâce aux efforts persévérants des agents forestiers, grâce à l'emploi judicieux d'arbres-pièges, l'invasion du bostriche typographe est en forte décroissance (²).

Si les propriétaires des massifs d'épicéas attaqués aux environs

1. « Cet ouragan a renversé en quelques heures 1 233 283 mètres cubes de résineux dans les forêts domaniales et communales du seul département des Vosges. » Voir « Une Invasion de bostriches dans les Vosges », par DE GAIL (*Revue des eaux et forêts*, 1905) et « L'Ouragan de 1902 dans les Vosges », par le même auteur, même recueil, 1903.

2. « Les bostriches se précipitèrent sur ces arbres où ils trouvaient d'excellentes conditions pour la ponte; sur 840 arbres-pièges, 672 furent successivement criblés d'insectes. Ces arbres étaient surveillés de près et aussitôt qu'on les voyait bien garnis, on les écorçait et on brûlait les écorces.....

« Quoi qu'il en soit, l'emploi des arbres-pièges, fort judicieusement réglé par M. l'inspecteur Ingold et soigneusement effectué par M. l'inspecteur adjoint Ferry et son personnel, a donné les meilleurs résultats..... Le fléau peut être considéré comme maîtrisé » (« Les Insectes dans les forêts résineuses des Vosges en 1905 », par DE GAIL [*Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort*, t. VIII, juin 1906]).

de Nancy veulent bien suivre l'exemple donné par les forestiers des Vosges, ils arriveront rapidement, eux aussi, à juguler l'invasion du bostriche. S'ils n'agissent pas, il y a fort à craindre que l'insecte, trouvant pâture abondante et nullement entravé dans sa multiplication, ne continue à se jeter sur les épicéas jusqu'à destruction complète des plantations. Il est grandement temps d'agir *énergiquement* et *avec ensemble*. Il faudrait, pour arriver à détruire promptement cet insecte qui, depuis 1902, multiplie ses foyers de pullulation, il faudrait que des agents forestiers pussent pénétrer sur tous les points envahis, faire une reconnaissance minutieuse des arbres bostrichés, prescrire leur abatage, leur écorcement, l'incinération des écorces, veiller à l'installation des arbres-pièges, en un mot prendre les mesures générales et coordonnées qui ont été prescrites par le conservateur des forêts des Vosges dans toutes les forêts résineuses soumises au régime forestier. Cela est malheureusement impossible.

Il n'en est pas moins utile de connaître les mœurs du bostriche qui exerce en ce moment ses ravages aux environs de Nancy et d'indiquer les moyens de le détruire. Si, en les appliquant, on arrive à purger un massif, il peut ne pas être envahi par des essaims venus d'ailleurs.

Hylésine polygraphe

La famille des BOSTRICHES ou XYLOPHAGES fait partie des Coléoptères tétramères⁽¹⁾ et se divise en trois groupes bien caractérisés : les *Tomicines*, les *Hylésinines*, les *Scolytines*⁽²⁾.

Tandis que le bostriche des Vosges appartient à la section des *Tomicines* et mesure 6-7 millimètres, celui qui met à mal les épicéas des environs de Nancy fait partie du groupe des *Hylésinines* et sa taille est trois fois moindre; il n'a que 2 millimètres à

1. Les Coléoptères tétramères sont ceux qui ont leurs six pattes terminées par des tarses formés de quatre articles.

2. Les *Tomicines* ont le troisième article des tarses cylindrique, tandis que, chez les deux autres groupes, il est cordiforme, bilobé. Quant aux *Hylésinines*, ils se distinguent des *Scolytines* par leurs tibias qui sont dentés au bord externe et par l'abdomen dont la face inférieure est horizontale, prolongeant le plan de la face inférieure du thorax. Chez les *Scolytines*, les tibias sont entiers et l'abdomen est tronqué, se termine en biseau vers la pointe des élytres.

2^{mm},5, mais il compense cette infériorité au point de vue destructif par le nombre. Un épicéa de 40 centimètres de diamètre et de 15 mètres de hauteur abattu le 10 novembre 1905 dans un parc des environs de Nancy (1) et immédiatement écorcé montrait la face interne de l'écorce littéralement farcie de galeries et de larves depuis la cime jusqu'à la souche. On ne voyait du haut en bas que des larves sous forme de petites taches blanches; encore ne les apercevait-on pas toutes, tant s'en fallait, beaucoup étant cachées dans l'épaisseur de l'écorce. Quelques plaques de cette écorce, mises en flacon le 11 novembre 1905, ont donné, fin mai 1906, une abondante éclosion d'insectes parfaits (2). Un mois auparavant, cet arbre ne manifestait aucun signe de dépérissement. Il a suffi de ce court laps de temps pour amener la mort de l'arbre sous l'écorce duquel a pullulé par milliers ce seul insecte.

Les forestiers l'appellent l'hylésine polygraphe.

Mœurs de l'hylésine polygraphe. — Dans son excellente *Flore forestière* (3), notre vénéré maître Mathieu le signale comme étant commun sur l'épicéa et très dangereux. Bien que certains auteurs (4) le donnent comme dominant dans les forêts montagneuses (Harz, Thüringerwald, Vogelsberg) où il monte assez haut, il ne semble exercer actuellement ses ravages dans le nord-est de la France que sur les épicéas plantés dans les plaines et les collines lorraines; il n'est pas signalé sur les épicéas des Vosges où l'on rencontre presque uniquement deux bostriches fréquemment associés, le bostriche typographe, sous l'écorce épaisse des troncs, le bostriche chalcographe, beaucoup plus petit (1^{mm},5-2 millimètres) sous l'écorce mince des branches.

L'hylésine polygraphe (*Polygraphus poligraphus* L.) [5] a 2 millimètres à 2^{mm},5 de long; il est brun noirâtre, à pubescence très caractérisée, avec antennes et pattes jaunâtres. Cette espèce présente deux caractères qui, joints à la taille, la font aisément reconnaître : 1° la massue des antennes est solide, sans aucune

1. Parc de M. Nicklès, à Dommartemont.

2. Ces insectes étaient immatures; leurs élytres étaient molles et rouges; il y avait encore un assez grand nombre de nymphes; l'éclosion des adultes était donc récente.

3. *Flore forestière*, par A. MATHIEU. 3^e édit., 1877, p. 483.

4. Richard Hess, *Der Forstschutz*. Leipzig, 1898. Vol. 1, p. 372.

5. L'insecte et ses dégâts sont figurés dans l'*Atlas d'entomologie forestière*, par E. HENAT, 1903. — Imprimerie Berger-Levrault et C^{ie}.

suture ; 2° ses yeux sont séparés en deux par une saillie du front ⁽¹⁾. Les élytres sont couverts de squamules cendrées et munis de fines stries ponctuées avec interstries larges couvertes de fines granulations.

Le genre *Polygraphus* forme le passage entre les Hylésinines et les Tomicines en ce sens que, comme chez ces derniers, le troisième article des tarses est cylindrique et non bilobé. Il essaime en avril ou mai. En octobre et novembre, il est souvent à l'état de larve ⁽²⁾ et il achève son évolution en hiver et au premier printemps.

Dès sa sortie, la femelle cherche une place de ponté convenable. Pour que sa progéniture vienne à bien, il lui faut, comme à tous les bostriches, des arbres affaiblis par une cause quelconque (perches dominées à végétation languissante, tiges brisées ou ébranlées par le vent, arbres attaqués et affaiblis par d'autres insectes ou par des champignons) et c'est pourquoi il est indispensable, si l'on veut se garer de cet insecte ou le détruire : 1° d'enlever dans des éclaircies fréquentes toutes les perches trop serrées, trop dominées, à végétation languissante (moyen préventif) ; 2° d'abattre en hiver les tiges envahies qui se décèlent si nettement par la teinte rousse de leurs aiguilles, par des écoulements de résine et surtout par les nombreux petits trous ronds de 1^{mm},5 de diamètre qui perforent l'écorce, de les écorcer et de brûler les écorces.

Quand la femelle a trouvé une tige d'épicéa à sa convenance (elle choisit généralement des perches de vingt à cinquante ans, de 15 à 30 centimètres de diamètre, dont l'écorce a l'épaisseur moyenne qu'elle recherche), elle creuse dans l'écorce une large chambre d'accouplement ; plusieurs femelles se réunissent souvent pour ce travail. Le mâle vient les féconder. Chaque femelle creuse sa galerie de ponte, si bien que, de la chambre d'accouplement partent deux, trois ou quatre galeries généralement sinueuses, suivant le nombre des femelles. Les œufs pondus le long de cette galerie éclosent et les jeunes larves rongent

1. D'où son nom allemand *doppeläugiger Fichten-Bastkäfer*.

2. Le 10 novembre 1905, je n'ai vu à Dommartemont que des larves avec quelques nymphes ; le 22 octobre 1906, à Marbach, il n'y avait que des larves, tandis qu'à la même date, à Vandœuvre, on trouvait sur certains arbres des larves et sous l'écorce d'arbres voisins des insectes parfaits.

aussitôt le liber, creusant dans l'écorce des galeries très irrégulières situées à diverses profondeurs. En un mois environ, plus ou moins vite suivant que la température est favorable ou non⁽¹⁾, les larves ont atteint leur taille et se nymphosent pour donner en juillet-août des insectes parfaits qui se mettent aussitôt à pondre. Tantôt cette seconde génération arrive à l'état d'insecte parfait en octobre et hiverne sous cette forme ; tantôt elle passe l'hiver à l'état de larve ou de nymphe⁽²⁾. Il y a donc d'ordinaire deux générations par an.

Dégâts. — Les peuplements d'épicéa les plus exposés sont les perchis serrés, qui n'ont pas été éclaircis à temps ; ce sont les tiges de 15 à 30 centimètres de diamètre qui servent surtout de pâture à l'insecte. Quand les hylésines polygraphes de la deuxième génération, essaimant en juillet-août, se jettent en masse sur une perche qui leur convient, on voit bientôt sous l'écorce de toutes les parties du fût des centaines de larves.

Toute la zone cambiale, tout le liber sont vite rongés ; l'arbre est comme décortiqué ; les feuilles sèchent et meurent en quinze jours.

L'hylésine polygraphe pullule depuis quelques années aux environs de Nancy et a déjà fait périr un grand nombre d'épicéas⁽³⁾.

C'est vers 1901 qu'il semble avoir commis les premiers dégâts relatifs à l'invasion actuelle⁽⁴⁾ ; depuis 1901, il s'est largement

1. « Par les temps chauds, dans une atmosphère bien ensoleillée, le travail des larves devient extrêmement actif ; dans ces dernières conditions, on peut, en mettant son oreille contre le tronc, percevoir un bruissement produit par les milliers de petites mandibules en activité » (DE GAUL).

2. En octobre et novembre 1905 et 1906, les insectes trouvés sous les écorces étaient soit des larves adultes, soit des nymphes, soit des insectes parfaits.

3. Sur tous les points où nous avons constaté, M. Cuif et moi, la mort d'épicéas, soit aux environs de Nancy, soit près de Metz, de Mirecourt, de Jussey, nous n'avons jamais rencontré sous l'écorce que l'hylésine polygraphe, lequel n'a pas été signalé sur les épicéas des Vosges lors de la formidable invasion qui vient seulement de prendre fin.

4. L'un des premiers foyers a été le parc de Brabois où j'ai observé les dégâts du *Polygraphus* en août 1903 ; mais M. P. de Brabois dit qu'on peut faire remonter avec certitude l'apparition du bostriche à l'année 1901 au moins. Depuis, M. Cuif ou moi, nous l'avons constaté à Houdemont, à Vandœuvre, à Marbach, dans la forêt de Haye, à la Malgrange, près de Metz (à Conflans), à Mirecourt, etc., et il existe sûrement sur beaucoup d'autres points.

M. Barbey, de Nancy, m'a apporté le 29 novembre 1906 des écorces d'épicéa provenant de sa propriété de Corre (à 14 kilomètres de Jussey, Haute-Saône), également farcies des galeries de l'hylésine polygraphe.

répandu et de toutes parts nous arrivent des plaintes sur la mort progressive des épicéas ; de toutes parts on demande quels moyens il faut employer pour enrayer le mal et sauver ce qui reste des plantations.

Moyens préventifs et destructifs contre l'hylésine polygraphe

Moyens préventifs. — Les moyens préventifs, ceux qui ont pour but de mettre obstacle à la ponte de l'insecte et à sa pullulation, sont bien simples à employer et absolument efficaces.

Ils consistent dans l'application des règles formulées dans tous les traités de sylviculture et sont fondés sur la connaissance exacte des mœurs de l'insecte.

Puisqu'il ne s'installe guère que sur les perches d'épicéa de 15 à 30 centimètres⁽¹⁾ de diamètre qui sont dépérissantes ou en état de végétation languissante, il n'y a qu'à ne pas en souffrir de telles dans ses propriétés ; pour cela, il faut que les particuliers imitent les forestiers de l'État et pratiquent de larges éclaircies dans les massifs dès qu'ils deviennent trop serrés ; il faut enlever non seulement les tiges qui viennent de mourir ou qui vont mourir, mais toutes celles qui sont dominées par les perches voisines et dont la cime n'a pas un espacement suffisant. M. Cuif, inspecteur adjoint des forêts, attaché à la station de recherches de l'École forestière, a constaté, comme moi, que, presque toujours, l'invasion avait commencé dans l'intérieur des bouquets trop serrés d'épicéas, sur les tiges malingres, dépérissantes du centre étouffées par les arbres vigoureux de la périphérie, à cime ample et bien fournie, qui, eux, restaient indemnes.

On peut être sûr, ou à peu près, que si l'on prend cette précaution, si l'on pratique de temps en temps de larges éclaircies, si l'on s'arrange, en d'autres termes, pour maintenir ses arbres en excellent état de végétation, on n'aura rien à craindre, non seulement de l'hylésine polygraphe, mais de tous les autres bostriches.

Malheureusement, soit par incurie, soit par ignorance, soit par difficulté de trouver des ouvriers, ces éclaircies et dégagements

1. Le bostriche typographe, trois fois plus gros, attaque de préférence au contraire, comme il est à prévoir, les arbres de fort diamètre, à écorce épaisse, dans laquelle il peut creuser à son aise ses larges galeries.

si utiles n'ont été pratiqués dans aucune des propriétés où nous avons été appelés, M. Cuif et moi, pour donner notre avis sur les causes des dégâts et les remèdes à employer.

Moyens destructifs. — Ils se déduisent aisément des mœurs de l'insecte. Puisque la reproduction ne se fait guère avant le mois d'avril, il faut profiter de l'hiver, saison morte où l'on peut se procurer plus aisément des ouvriers, pour faire abattre toutes les perches envahies, reconnaissables aux caractères déjà indiqués (teinte rousse des aiguilles, écoulements de résine, et surtout petits trous ronds de 1^{mm},5 qu'avec un peu d'attention on distingue facilement).

Mais, et nous ne saurions trop insister sur ce point, l'abatage ne suffit pas. Si on laisse les perches gisantes sur le sol jusqu'en mai, l'insecte se développera aussi bien que dans l'arbre sur pied, essaimera dans le mois d'avril et ira infester les perches les moins vigoureuses du voisinage.

Il ne servirait à rien d'abattre si l'on n'écorce pas et si l'on ne brûle pas les écorces de suite pour détruire les larves, nymphes et insectes parfaits qui y foisonnent.

De cette façon seulement on sera sûr d'avoir anéanti toute la malfaisante lignée.

D'aventure quelques arbres auront pu échapper même à une investigation minutieuse. Pour attirer les couples en quête de places de ponte on laissera à dessein quelques perches dépérissantes, que l'on sciera même à moitié par la base et qui serviront d'arbres-pièges. Les insectes oubliés viendront en foule leur confier leur ponte et il sera facile alors d'anéantir les derniers représentants de l'espèce. C'est grâce à cet emploi des arbres-pièges, très judicieusement réglé par M. Ingold, inspecteur des forêts à Fraize, que les forestiers des Vosges viennent de mettre fin à la terrible invasion de bostriches qui faisait périr en masse les épicéas de cette région.

L'installation d'arbres-pièges dans les différents points où l'insecte est signalé est d'autant plus urgente que, ainsi que nous le disions plus haut, les propriétaires voisins peuvent ne pas prendre les mêmes mesures, si faciles pourtant et si efficaces, et qu'il faut prévoir l'arrivée d'essaims venus d'ailleurs.

Il est bien certain que l'invasion actuelle n'a eu tout d'abord

que quelques foyers, peut-être un seul, et qu'elle s'est propagée parce que l'insecte a trouvé dans les peuplements avoisinants des conditions favorables à son installation et à sa multiplication.

Pour prévenir le retour de dégâts analogues, je recommande aux propriétaires non pas certes de renoncer complètement à l'épicéa, essence si utile et si facile à installer, mais de remplacer par d'autres résineux, sapin, mélèze, pins, résineux exotiques, ceux de ces épicéas qui, en tombant dans les éclaircies ou dans les abatages d'arbres morts, vont former quelques vides.

Il est vrai que l'hylésine polygraphe se rencontre aussi parfois sur le mélèze, sur le pin sylvestre, le pin Weymouth, mais jamais il n'y pullule comme sur l'épicéa qui est son arbre de prédilection.

LA

FORÊT ACCUMULATRICE D'AZOTE

Par M. E. HENRY

La substance vivante des cellules végétales ou animales, le *protoplasma*, renferme toujours de l'azote. L'animal ou le végétal ne peuvent vivre et se développer sans azote. C'est uniquement dans les matières azotées végétales que l'homme et les animaux puisent l'azote qui forme les 16/100 de leurs tissus : ils sont, sous ce rapport, dans la dépendance absolue des plantes.

D'où vient l'azote des plantes ?

Les 4/5 de la masse atmosphérique sont formés d'azote élémentaire ; il y a là un réservoir inépuisable en ce principe si essentiel au maintien de la vie sur le globe. Malheureusement, l'alimentation directe des végétaux par l'azote élémentaire de l'air n'a lieu que *dans certains cas, en faible quantité*, et, quand elle a lieu, ce n'est que par l'intermédiaire du sol renfermant des microorganismes capables de fixer l'azote de l'air et de le transformer en matière azotée assimilable⁽¹⁾ absorbée par les racines.

La nutrition azotée des végétaux doit donc être réalisée soit par l'azote combiné (ammoniaque, acide nitrique) qui se forme en quantités infinitésimales sous l'influence des effluves élec-

1. Telle était du moins l'opinion unanimement admise jusqu'ici. Mais M. Jamieson, directeur de la Station de recherches agricoles d'Aberdeen (Écosse), vient de publier un travail dans lequel il espère avoir démontré qu'il « existe dans toutes les plantes qu'il a étudiées — appartenant à dix-sept familles — des organes (généralement des poils segmentés) qui absorbent l'azote libre de l'air et le transforment en albumine ». Voir la traduction de son mémoire dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*, 3^e série, 1906, t. I, p. 61-132, paru en septembre 1906. Cette théorie nouvelle est peut-être exacte ; mais les faits sur lesquels elle s'appuie ne semblent pas être encore suffisamment probants.

triques par la combinaison de l'azote avec l'hydrogène ou avec l'oxygène de la vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère, soit surtout par les diverses matières azotées que les racines trouvent dans la terre, mais qui toutes proviennent originairement de l'air.

Elles existent d'ailleurs toujours en très faible proportion, même dans les sols riches, et, si l'agriculteur ne rapportait de temps en temps, sous forme de fumier ou d'engrais chimique, l'azote enlevé par les récoltes ou entraîné à l'état de nitrate dans les eaux d'infiltration (¹), *il verrait bientôt diminuer les rendements de ses terres, qui, à la longue, deviendraient stériles.*

Le taux de l'azote du sol est d'une telle importance que certains agronomes, Lawes notamment, ont caractérisé la fertilité par la richesse en azote (²).

I — Enrichissement en azote par les engrais

« Tant que la culture est demeurée extensive, les quantités de matériaux azotés qu'apportait au sol le fumier dont le cultivateur disposait ont pu suffire à la production de récoltes, d'ailleurs médiocres ; mais, lorsqu'il s'est agi d'obtenir des rendements plus élevés en pratiquant la culture intensive, on a vite reconnu l'insuffisance du fumier et la nécessité de fumures azotées d'une autre origine.

1. « La nitrification est un phénomène tout à fait indépendant de la végétation. Si les circonstances d'humidité, d'aération, de température sont favorables, les nitrates se forment en abondance ; si la terre est emblavée, les plantes profitent de cette formation, la récolte est luxuriante ; si la terre est découverte, les nitrates sont produits en pure perte, ils sont entraînés et perdus ; et comme c'est à l'arrière-saison que les nitrates se forment en plus grande quantité dans les terres échauffées par le soleil d'été, c'est à l'automne qu'il faut que les terres soient couvertes de végétaux ; de là, l'utilité des cultures dérobées » (*Ann. agronom.*, XXI, p. 530).

L'exportation des nitrates par les rivières est considérable. En temps ordinaire et par an :

La Durance exporte	14 000 tonnes métriques d'azote assimilable	(Hervé-Mangon);
Le Var	— 23 000 —	— (Hervé-Mangon);
La Seine	— 12 000 —	— (Boussingault).

En temps d'inondations, la charge nitrique des eaux de la Seine peut atteindre 20 000 tonnes (Belgrand et Lemoine). Ces trois grands collecteurs drainent donc annuellement près de 50 000 tonnes métriques d'azote, d'une valeur approximative de 75 millions de francs.

En 1903, l'excédent de nos importations sur nos exportations en engrais azotés de toute nature a été de 105 000 tonnes, d'une valeur de 43 millions de francs (tableau général des douanes) [*La Végétation spontanée, la fertilité et la salubrité des eaux du sol*, par L. A. FABRE, inspecteur des forêts. Dijon, 1906, p. 22].

2. Il faut évidemment que l'azote puisse être utilisé par les récoltes. Les sols tourbeux renferment jusqu'à 20 % d'azote ; mais, faute de calcaire, faute de nitrification, la végétation n'en retire aucun profit.

« Deux sources principales d'engrais azotés ont été jusqu'ici offertes à l'agriculture : le nitrate de soude et le sulfate d'ammoniaque. » La production de ce dernier engrais est subordonnée à la combustion de la houille; elle ne peut donc dépasser certaines limites.

La plus grande partie de l'azote qu'il est indispensable d'incorporer aux sols des pays à culture intensive pour obtenir les forts rendements nécessaires à l'alimentation de la population sans cesse croissante du globe, en céréales par exemple, est fournie par le nitrate de soude.

« Découvert en 1820, le nitrate du Chili a fait sa première apparition en Europe en 1830. Presque nulle, en agriculture, jusqu'en 1860, la consommation du nitrate a été en croissant rapidement jusqu'aujourd'hui où l'exportation chilienne atteint 1 500 000 tonnes par an, dont 4/5 vont à l'agriculture. »

Mais ces nitrières s'épuisent vite. Dans vingt-cinq ans, disent les statisticiens, on extraira la dernière tonne de nitrate et la production agricole souffrira de la pénurie d'engrais azoté.

Depuis longtemps cette question préoccupe les agronomes et les économistes.

Déjà, en 1874, le comte de Douhet avait présenté à l'Assemblée nationale une proposition de loi ayant pour objet « la création d'un grand prix d'un million à décerner à l'inventeur d'un ou de plusieurs produits chimiques fabriqués directement et économiquement de toutes pièces avec l'azote de l'atmosphère, à l'effet de servir de base inépuisable à des engrais puissants en dehors des matières animalisées, mais ne pouvant être admis au concours que s'ils réalisent pour l'agriculture une bonification de 10 % au moins sur les engrais analogues du commerce ».

Le problème à résoudre était très nettement posé, et les conditions à remplir, qui sont en même temps les desiderata de l'agriculture, étaient stipulées avec précision.

Si ce projet avait été adopté par l'Assemblée nationale, le prix serait bien près d'être décerné aujourd'hui. Le succès vient enfin de couronner les efforts des nombreux savants qui, depuis une dizaine d'années surtout, poursuivent passionnément la solution de cette question d'une importance si capitale. Et, comme il arrive quelquefois, cette solution a été trouvée en même temps, par deux procédés différents, en Allemagne et en Norvège.

« En 1903, le professeur Frank, de Berlin, en collaboration avec M. Caro, a réalisé la fabrication industrielle d'un composé que les chimistes appellent *cyanamide de calcium* et qu'on désigne dans le commerce sous le nom de *chaux-azote*. C'est une matière brune pulvérulente, qui contient 20 à 21 % d'azote et qui se prépare de la manière suivante : Fusion, dans un four électrique, d'un mélange de chaux et de charbon. Insufflation, dans ce mélange, d'azote extrait de l'air par le procédé classique des laboratoires consistant à faire passer de l'air dans un récipient contenant du cuivre métallique incandescent qui enlève l'oxygène. On refoule l'azote dans le four à carbure et on obtient un mélange de cyanamide de calcium et de charbon qui a la richesse du sulfate d'ammoniaque et produit à peu près le même effet sur la végétation.

« En cette même année 1903, deux savants norvégiens, dont les noms sont connus aujourd'hui dans le monde entier, le professeur Birkeland et l'ingénieur Eyde, ont résolu un problème de premier ordre au triple point de vue scientifique, industriel, agricole ; ils sont arrivés à combiner directement par voie électrique les éléments de l'air pour obtenir l'acide nitrique et produire le nitrate de chaux, aliment azoté par excellence des végétaux. »

Dans un four électrique spécial très puissant, l'air destiné à alimenter la flamme pénètre par les parois latérales, en terre réfractaire, de la chambre à flamme. Les gaz nitrés s'échappent par un canal périphérique ; ils renferment à 3 000° 5 % d'oxyde d'azote ; en refroidissant brusquement ce mélange gazeux, ce taux de 5 % se maintient. L'oxydation se poursuit dans des appareils spéciaux dits *tours d'oxydation* ; l'oxyde d'azote se transforme en acide nitreux et en acide nitrique qui sont recueillis sur un lait de chaux et donnent naissance à un mélange de nitrite et de nitrate de chaux.

« Depuis le mois de mai 1905, la production d'acide nitrique par la combinaison des éléments de l'air, la récolte de cet acide et sa transformation en nitrate de chaux sont devenues industrielles à l'usine de Notodden, qui fabrique déjà par an 730 000 kilogr. d'acide nitrique monohydraté⁽¹⁾. »

1. Les passages mis entre guillemets sont extraits de la belle conférence (*La Production électrique de l'acide nitrique avec les éléments de l'air*, par L. GRANDEAU, professeur au Conservatoire national des arts et métiers. Berger-Levrault et C^{ie}, Paris, 5, rue des Beaux-Arts), faite à Paris le 16 mars 1906, par M. GRANDEAU, l'éminent profes-

II — Enrichissement en azote par les cultures

La digression précédente, au sujet de ces récentes découvertes, avait surtout pour but de montrer l'importance générale de la question et l'intérêt considérable qu'il y a pour toute exploitation, forestière ou agricole, à augmenter son capital azoté, point de départ obligé de l'augmentation des récoltes.

A l'aide d'engrais chimiques *coûteux*, on peut porter *rapidement* une terre à son maximum de teneur utile en azote.

Mais il existe d'autres moyens d'enrichir le sol en azote. Il n'y a qu'à y installer certaines cultures qui, tout en donnant d'abondantes et précieuses récoltes, laissent dans la terre un excédent d'azote. C'est un procédé *lent*, mais qui, en revanche, *ne coûte rien*.

Au premier rang de ces cultures, dites *améliorantes*, figurent les légumineuses (prairies artificielles, trèfle, luzerne, sainfoin, lupin, serradelle, vesce, etc.) qui, grâce aux bacilles de leurs tubercules radicaux, peuvent fixer l'azote de l'air en quantité notable et le transformer en matières albuminoïdes assimilables. En cinq ans, à Grignon, dans une terre cultivée en sainfoin, le taux d'azote a passé de 1,47 à 1,70 par kilogramme.

Les prairies de graminées jouissent de la même propriété, quoique à un moindre degré⁽¹⁾.

Que doit-on penser de la forêt à cet égard ?

« Dans la forêt, dit-on⁽²⁾, où les arbres fixent chaque année, dans leurs tissus ligneux, par hectare, une vingtaine de kilogrammes d'azote exportés lors des coupes, *la teneur azotée du sol*, parfois très grande, *se maintient*. »

D'autre part, on lit dans le *Traité de chimie agricole*, par DEHÉRAIN⁽³⁾:

seur du Conservatoire des arts et métiers, et à laquelle devront se reporter ceux qui voudront connaître l'histoire de cette découverte, les détails et les perfectionnements de la fabrication et les installations successives de Birkeland et Eyde; la dernière est celle de Notodden, qui emploie une force motrice de 2 500 chevaux.

1. « On sait quelle richesse azotée caractérise certains prés de montagne qui ne reçoivent jamais de fumures et exportent régulièrement de l'azote par la nourriture des troupeaux. Les enrichissements des prairies du Far West américain sont généralement riches en azote et en renferment jusqu'à 3 et 4 grammes par kilogramme de terre » (SABATIER).

2. *Leçons élémentaires de chimie agricole*, par SABATIER. Paris, Masson et C^{ie}, 1903, p. 109.

3. Paris, Masson et C^{ie}, 1902, p. 469.

« Bien que la matière organique du sol n'exerce pas immédiatement une influence marquée sur la végétation, *elle maintient cependant indéfiniment la vie des herbes de la prairie ou des arbres de la forêt.* »

Nous nous proposons de montrer que la teneur azotée du sol forestier fait mieux que se maintenir; *elle s'augmente très notablement par l'action de la végétation forestière, par la formation incessante d'humus.*

En certains cas, il est possible de mesurer exactement l'enrichissement en azote provoqué dans le sol par la végétation ligneuse. Voici quelques exemples :

1° *Forêt domaniale d'Hourtin (Gironde)* recouvrant les dunes qui séparent de la mer l'étang d'Hourtin et Carcans.

Vers 1850, au moment où furent semées sur la dune de Gréchas (division IX de la 2^e série de la forêt domaniale) les graines de pin maritime qui forment aujourd'hui un beau perchis bien venant, de cinquante-six à cinquante-sept ans, la dune était constituée par du sable pur incessamment apporté par la mer, les apports sableux étant particulièrement abondants sur les côtes d'Hourtin et de Carcans (*).

Ce sol de sable pur et mouvant, sans trace de végétation, ce jouet des vents, ne contenait certes pas d'azote organique et ne pouvait accuser que des traces de matières azotées apportées par les pluies ; ce sable, dépourvu de tout pouvoir absorbant, est aussi peu apte que possible à retenir ces matières, qu'elles soient sous forme d'ammoniaque ou de nitrate. Nous nous plaçons donc, à dessein, dans les conditions les plus défavorables à tous égards. Voyons ce que la végétation forestière en a fait au bout d'un demi-siècle.

On a d'abord soigneusement ratissé et laissé de côté la couverture morte formée par les aiguilles de pin maritime et par la couche de mousse non adhérente. « Cette couche enlevée, écrit M. Malepeyre, inspecteur des forêts à Bordeaux, à l'obligeance duquel nous devons l'envoi du sol et les renseignements qui le concernent, j'ai fait prendre à la bêche demi-circulaire un tronc de cône de sable de 14 à 15 centimètres de profondeur. Rien n'a été

1. « Cette transformation, cette régularisation de la dune littorale s'imposait sur les côtes du Flamand, d'Hourtin et de Carcans, parce que les apports sableux n'ont pas cessé d'être abondants dans ces parages » (*Étude sur la côte et les dunes du Médoc*, par Pierre BUFFAULT, 1897, p. 155).

ôté, rien n'a été ajouté. Au point de prélèvement du sable⁽¹⁾, le peuplement est un vieux perchis de pin bien venant, âgé de cinquante-six à cinquante-sept ans, de densité moyenne; les perches ont de 80 centimètres à 1^m,30 de tour : c'est une belle partie de la forêt. Malgré ces conditions très favorables, la couche de sable colorée par les détritiques n'avait pas 2 centimètres.

Ce sol, soigneusement examiné au laboratoire, est uniquement formé par le sable ordinaire des dunes de Gascogne, mélangé à de la matière organique sous forme, soit d'humus amorphe, soit d'une couche mince enrobant chaque grain et se décelant à la calcination. Il y avait aussi des racines plus ou moins décomposées; mais les grains de sable étaient parfaitement isolés, non tissés, non réunis par du mycélium comme ceux des cases de végétation dont nous allons parler.

Tout le sol envoyé a été desséché à 115°, pesé, puis calciné et pesé à nouveau. Il est pauvre en humus, puisque nous n'avons trouvé que 1,33 % de matière organique comme taux moyen de cette couche de 14 à 15 centimètres⁽²⁾.

En supposant que l'hectare ait partout la même composition que le cylindre analysé, dont la surface était de 227 centimètres carrés, on voit que l'humus accumulé en cinquante-six ans par la forêt de pin maritime, dans ce sol où il n'y avait auparavant que des traces de matière organique, s'élève au chiffre déjà considérable de 17 972 kilogr. par hectare⁽³⁾.

Il y a dans cet humus 1,5 % d'azote, d'où il résulte que la quantité de ce principe due à l'accumulation lente et continue par la végétation forestière, en un demi-siècle, dépasse 270 kilogr. par hectare, soit 5 kilogr. par an, en dehors, nous le répétons, de l'azote de la couverture morte qui n'est pas en cause ici. C'est bien peu, il est vrai⁽⁴⁾, à côté des 2 500 kilogr. d'azote que renferme par hectare, dans cette même couche de 15 centi-

1. A 150 mètres environ du garde-feu de Gréchas, séparant les divisions VIII et IX.

2. Tuxen a trouvé en Danemark 1,120 % à 3,040 % dans du sable argileux avec forêt de hêtres et 3,080 % dans une forêt de chêne sur sol sablonneux. Schütze, dans une pineraie en diluvium sableux, près d'Eberswalde, a trouvé des chiffres variant de 0,555 % à 1,825 %.

3. Puisque sur 227 centimètres carrés il y a 408,8 de matière organique.

4. Ces 5 kilogr. représentent à peine ce qu'apportent ailleurs, dans de meilleures conditions de sol, les précipitations atmosphériques sous forme d'ammoniaque, mais il ne faut pas oublier que l'on n'a envisagé qu'une zone de 15 centimètres et encore constituée par un sol aussi peu propice que possible.

mètres, la parcelle B¹ de la forêt domaniale de Champenoux (près Nancy, argiles du lias); mais enfin c'est déjà un taux d'une certaine importance (1).

2° *Sable pur des cases de végétation du jardin de l'Ecole forestière.* — En 1896, la case I a été remplie de sable siliceux, fin, blanc, très pur(2). Cette case, de 9 mètres carrés de superficie et de 1^m,20 de profondeur, a été garnie, dès l'année 1897, par des pins maritimes et des pins laricios qui ont neuf ans.

En mai 1906, après avoir soigneusement débarrassé le sol de toute la couverture morte, j'ai enlevé un rectangle de 2 décimètres carrés et de 4 centimètres d'épaisseur, pour déterminer la quantité d'humus et d'azote accumulée par les pins pendant ces neuf dernières années.

Ce sable, noirci par la matière organique sur les 2 premiers centimètres, est parcouru par de très nombreux filaments mycéliens bruns, résistants, de diamètre varié, à parois épaisses, ressemblant aux *cladosporium*. Les grains de sable sont comme tissés par ces filaments, si bien que sable et mycélium forment un feutre continu qu'on peut soulever d'une pièce. En outre, il y a une certaine proportion d'aiguilles mortes, à demi décomposées, qui ont pénétré dans le sable et quelque peu de racines; mais la majeure partie de la matière organique semble formée, en surface du moins, sinon en poids, par le mycélium brun, résistant.

Comme dans le cas précédent, le sol a été desséché, pesé, puis incinéré et pesé une dernière fois.

La matière organique accumulée en neuf ans (en dehors de la couverture morte qui a été rejetée), c'est-à-dire la matière incorporée au sol sous forme d'humus, de débris de racines et d'aiguilles, de filaments mycéliens, s'élèverait à 6 000 kilogr. par hectare. Comme il y a 1,2 % d'azote dans l'humus, les 4 premiers centimètres du sable primitivement pur de la case I ont accumulé, en neuf ans, 72 kilogr. d'azote par hectare, soit 8 kilogr. par an.

1. Sans attacher à ces calculs, toujours très aléatoires, plus de valeur qu'il ne convient, remarquons qu'il faudrait cinq cents ans pour que ces forêts nouvelles des dunes de Gascogne fussent aussi riches en azote que les anciennes forêts, telles que celle de Champenoux, en admettant que le gain d'azote (5 kilogr. par an) restât constant; mais il est probable qu'il ira en augmentant, le sol devenant de plus en plus apte à la fixation de l'ammoniaque et à l'action microbienne.

2. C'est le sable qui est utilisé pour la fabrication du verre à la verrerie de MM. Daum, maîtres verriers à Nancy.

Ces deux exemples montrent nettement que la forêt est une *culture améliorante* au point de vue de l'azote comme au point de vue des principes minéraux et de l'humus. Elle mérite d'être, sous le premier rapport, rapprochée des légumineuses. Elle est, comme ces dernières, une *accumulatrice d'azote*.

Cet enrichissement s'élève, pour une couche de 15 centimètres et pour le sol le plus mal doué comme pouvoir absorbant et fixation microbienne, à 5 kilogr. par hectare et par an ; *ce chiffre est sûrement un minimum*. C'est, croyons-nous, la première fois que l'on cherche à préciser la puissance d'accumulation de l'azote par la végétation forestière, puissance évidemment très variable suivant une foule de circonstances (fertilité du sol, composition du peuplement principal et du tapis végétal, mode d'exploitation, climat, abondance des microorganismes, etc.).

L'épargne d'azote est à ses débuts dans les forêts de nouvelle création installées, comme celle des dunes, sur un sol complètement dépourvu de cet élément ; elle progressera peu à peu. Examinons à quel taux peut monter le capital azoté dans des forêts d'ancienne origine, en sol fertile, telle que la forêt domaniale de Champenoux (près de Nancy), située sur les argiles du lias et peuplée surtout de chênes.

L'analyse du sol de la parcelle B³ donne en azote total pour 1 000 de terre fine dans la couche de :

0 à 10 centimètres		1,716 ‰ d'azote
10 à 20	—	1,450 —
40 à 50	—	0,608 —
70 à 80	—	0,462 —

Le taux d'azote — et, par suite, d'humus — diminue, comme toujours, à mesure qu'on s'éloigne de la surface, et cette diminution progressive indique déjà que c'est à la surface, dans la couverture morte, que réside la source qui entretient — ou qui augmente — le taux initial.

Il est facile de calculer, à l'aide des chiffres précédents et du poids du litre de terre fine, la quantité d'azote d'une couche de 80 centimètres, profondeur que ne dépasse pas l'enracinement, même des chênes. La terre fine, qui forme à très peu près tout le sol, pèse, desséchée à l'air, par litre, 1 005 grammes, soit, en chiffres ronds, 1 kilogramme.

Dans la couche de 0 à 10 centimètres, il y a 1 716 kilogr. d'azote.

—	10 à 30	—	2 900	—
—	30 à 60	—	1 824	—
—	60 à 80	—	924	—
			7 364	—

Ces 7 364 kilogr. d'azote organique, répartis dans une couche de 80 centimètres, forment une provision qui, passant peu à peu à l'état assimilable, fournira à la végétation forestière l'azote qui lui est nécessaire, tout en s'augmentant chaque année.

Ce chiffre se rapproche beaucoup de ceux que donnent les champs cultivés et fumés⁽¹⁾.

Voilà donc encore un des nombreux services indirects rendus par la *grande bienfaitrice*. Par le simple jeu des forces de la nature, un mauvais sol qu'on reboise acquiert plus de profondeur, plus de perméabilité, plus de matières minérales assimilables, plus d'humus et d'azote ; il s'améliore et s'enrichit enfin au point de pouvoir souvent être livré à l'agriculture au bout d'un siècle ou deux ; mais, dans les circonstances économiques actuelles, il sera presque toujours plus profitable d'y cultiver des arbres.

III — Causes de l'enrichissement en azote des sols forestiers

Dans un article publié en 1897⁽²⁾, j'ai montré quelles étaient les causes de gains et de pertes en azote qui se rencontraient dans les sols forestiers ; j'ai essayé d'évaluer ces pertes et ces gains et d'établir leur balance. Je ne reviendrai pas sur ce sujet.

Il est admis par tous que, si on laisse au sol sa couverture morte et vivante génératrice de l'humus, comme il ne s'y forme pas de nitrates solubles dans les eaux d'infiltration et que tout l'azote combiné est retenu dans le sol, celui-ci ne peut s'appau-

1. M. Dehérain a trouvé les nombres suivants de kilogrammes d'azote à l'hectare :

Cultures	Prise des échantillons	Fumé en 1875-1876-1877 avec du fumier et après sans fumure	Non fumé
Luzerne, 1870-1875	1875	7 854 kilogr.	7 854 kilogr.
Betteraves, 1871-1877	1879	5 775 —	5 621 —
Mais-fourrage, 1878	1881	6 352 —	5 775 —
Sainfoin, 1879-1881	1885	6 814 —	6 352 —
Sainfoin, 1882-1883			
Gazon, 1883-1884			

2. « L'Azote et la végétation forestière » (*Revue des eaux et forêts*, 1897, p. 641-659, et *Annales de la science agronomique française et étrangère*, 1897, t. II, p. 359).

vrir en azote que par l'exportation de l'azote contenu dans le bois enlevé lors des exploitations. Dans le traitement en futaie, cette exportation peut être évaluée à une dizaine de kilogrammes (1).

Quant aux causes de gain, le sol forestier peut s'enrichir en azote :

1° Par l'apport aux plantes ou au sol d'azote combiné venant de l'atmosphère ou des eaux météoriques ;

2° Par les matières azotées qui retournent chaque année au sol sous forme de détritux animaux et végétaux ;

3° Enfin, par la portion de l'azote gazeux qui pourrait être fixée, soit par les plantes vivantes, soit par les matières organiques mortes, soit par les éléments minéraux du sol.

On ne voit pas d'autres causes possibles d'augmentation dans le taux de l'azote combiné.

En évaluant, dit M. Müntz, de 5 à 6 kilogr. la somme de l'azote apportée à la végétation d'un hectare, tant par l'absorption directe de l'ammoniaque gazeuse que par l'apport des eaux météoriques, j'estime qu'on ne saurait beaucoup s'éloigner de la vérité.

Cet apport est tout à fait insuffisant pour combler le déficit produit dans le capital azoté primitif par l'exportation des 10 à 20 kilogr. d'azote du bois des coupes et par le retour à l'état d'azote gazeux d'une portion de l'azote combiné de la couverture. S'il n'y avait que cette cause réparatrice, les forêts iraient constamment en s'appauvrissant en azote, et nous venons de voir qu'elles doivent être considérées au contraire comme des accumulatrices d'azote.

La deuxième cause de gain, énoncée ci-dessus, consiste dans les matières azotées qui retournent chaque année au sol sous forme de détritux végétaux (feuilles mortes, rameaux, écorces, fruits, etc.), que les forestiers appellent *couverture morte*. Mais ce n'est pas là une cause d'enrichissement, puisque les principes azotés de la couverture provenaient déjà du sol ; ils ne font qu'y retourner ; c'est une simple restitution, même pas intégrale, puisqu'une notable partie des principes azotés émigre dans le

1. Elle est beaucoup plus forte, au moins le double, parfois le triple, dans l'exploitation en taillis sous futaie ; elle augmente à mesure que l'on récolte une plus forte proportion de jeunes axes ; le bois d'une cépée de quinze ans, par exemple, est plus riche en azote que celui d'une cépée de trente ans.

bois avant la chute des feuilles, et puisqu'il est prouvé que les multiples transformations des matières azotées s'accompagnent toujours d'un dégagement d'azote gazeux.

Il ne pourrait y avoir enrichissement du sol forestier en azote par la couverture qu'en admettant que la quantité d'azote combiné qui a été puisée dans l'air et les eaux météoriques soit supérieure aux quantités perdues par l'exportation du bois : ce qui ne peut être, quelque optimisme que l'on montre à cet égard.

Mais il y a une troisième cause de gain possible.

Si le sol où les plantes opéraient, ne fût-ce que très lentement, la réaction que viennent de réaliser dans leur four électrique les deux savants norvégiens, si le sol ou les plantes prenaient directement dans l'air une partie de l'azote libre (qui forme les $\frac{4}{5}$ de l'atmosphère) et le combinaient avec leurs propres éléments pour en faire un aliment azoté, les craintes légitimes exprimées si souvent sur l'insuffisance des sources de l'azote des végétaux et, par suite, sur l'entretien de la vie animale à la surface du globe s'évanouiraient, les plantes ou le sol ayant à leur disposition un réservoir d'alimentation inépuisable.

Pour les plantes, cette captation d'azote libre, longtemps et passionnément discutée, est devenue incontestable depuis la belle découverte d'Hellriegel et Wilfarth en 1888. Ces savants ont montré qu'« on était certain d'obtenir la croissance des légumineuses dans un sol dépourvu d'azote en donnant au sol un peu de délayure d'une terre fertile. Non seulement on obtenait ainsi une végétation normale, mais parfois un développement d'une luxuriance étonnante et, dans ce cas, la récolte accusa constamment un excédent d'azote souvent fort élevé, qui ne pouvait avoir son origine dans le sol⁽¹⁾. »

Cet excédent provient de l'azote de l'air, que les bacilles ou les hyphomycètes des tubercules radicaux ont la propriété de fixer dans leurs tissus et de rendre assimilable pour la plante qui les héberge.

Or, les sols forestiers abondent parfois en légumineuses, surtout les sols les plus pauvres, les sols siliceux, et c'est précisé-

1. Citation textuelle d'une des conclusions du mémoire de Hellriegel, dont on trouvera une excellente traduction dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*, 1^{re} série, 7^e année, 1890, t. I, p. 84-350.

ment dans ce cas, lorsque le sol ne leur offre pas une dose suffisante d'azote combiné, que les légumineuses complètent ce qui leur manque sous ce rapport, en puisant dans l'azote élémentaire de l'atmosphère.

Dans maintes forêts en sol siliceux, tantôt le genêt à balai, tantôt l'ajonc, tantôt les deux mêlés à beaucoup d'autres papilionacées (genêts, cytises, bugranes) forment une bonne partie du sous-bois, tandis que les sols calcaires porteront en abondance des calycotomes, des cytises, des coronilles, des genêts, des bugranes, des adénocarpes, des spartiers d'Espagne, pour ne parler que des plantes ligneuses.

La découverte d'Hellriegel intéresse donc la culture forestière, puisqu'elle nous fait toucher du doigt une de ces causes compensatrices des pertes d'azote que subissent tous les sols forestiers⁽¹⁾.

En 1897, j'en ai signalé une autre⁽²⁾, sinon plus importante, au moins plus générale : c'est la fixation de l'azote de l'air sur les feuilles mortes de la couverture par l'intermédiaire de certains microorganismes (bactéries, algues). C'est à la suite de nombreuses expériences faites de 1894 à 1900 sur des feuilles cueillies au moment de leur chute, provenant d'arbres divers (feuillus et résineux) et placés dans différents milieux, sur des substratums variés, que je me suis cru autorisé à formuler, entre autres conclusions, celle-ci : « Les feuilles mortes (chêne, hêtre, charme, tremble, pin d'Autriche, épicéa), soit seules, soit mélangées à de la terre, ont la propriété, surtout quand elles sont sur des substratums humides, de fixer en proportions notables l'azote de l'air. »

1. Ce phénomène si important de la fixation de l'azote par les plantes paraît être beaucoup plus général qu'on ne l'avait cru tout d'abord ; ce ne sont pas les légumineuses seules qui sont douées de cette propriété ; les crucifères, par exemple, enrichissent aussi le sol en azote et dernièrement M^{me} Ternetz (*) a isolé des racines de diverses éricinées, famille si abondamment représentée dans les forêts à sol siliceux ou tourbeux, un champignon assimilateur d'azote avec mycélium septé, largement ramifié, formant des pycnides brunes lesquelles contenaient de petites spores hyalines. « Il ne travaille pas, dit l'auteur, à beaucoup près aussi énergiquement que le *Clostridium pasteurianum*, mais il travaille plus économiquement. »

2. Voir mes articles : « L'Azote et la végétation forestière » (*Revue des eaux et forêts*, 1897, p. 641-653) et « Fixation de l'azote atmosphérique par les feuilles mortes en forêt. Nouvelles expériences » (*Annales de la science agronomique française et étrangère*, 2^e série, 8^e année, 1902-1903, t. II).

a. Voir *Ber. der deutsch. botan. Gesellschaft*. Bd. XXII, 5^e livraison.

Je terminais mon dernier article par cette phrase :

« En présence de ces résultats, je considère comme démontré le fait de la fixation de l'azote de l'air par les feuilles mortes de nos arbres forestiers. Par quel mode, par quels intermédiaires s'opère cette captation ? C'est ce que je ne puis préciser. Il est probable qu'outre les bactéries fixatrices d'azote dont nous ne connaissons encore qu'un très petit nombre⁽¹⁾ (*Clostridium pasteurianum*, *Granulobacter*, *Azotobacter*), les végétaux inférieurs (algues, hyphomycètes, lichens, mousses), qui se développent si aisément sur les substratums les plus divers, surtout en présence de l'humidité, interviennent dans une certaine mesure. »

Ces résultats nouveaux n'ont pas été sans soulever quelque émotion parmi les physiologistes forestiers ; je m'attendais à ce qu'ils fussent contrôlés et je le désirais vivement. Mes expériences ont été en effet reprises par deux naturalistes, l'un allemand⁽²⁾, l'autre italien⁽³⁾, qui ont, eux aussi, constaté une fixation d'azote atmosphérique pendant la décomposition des feuilles.

M. Süchting conclut de ses recherches que la fixation d'azote est due à un microorganisme semblable au *Clostridium pasteurianum* de Vinogradsky.

Le Dr Montemartini a opéré sur des feuilles de platane et d'aune. Il termine ainsi son travail : « Reste donc confirmée l'affirmation de Henry que, pendant le processus de décomposition des feuilles tombées des arbres, il se fixe de l'azote atmosphérique et que *cette fixation n'a pas lieu quand on stérilise la matière*⁽⁴⁾, ce qui signifie que le phénomène est dû à la présence

1. On commence à étudier les conditions biologiques de ces bactéries. Voir à ce sujet le récent travail de M. WARMBOLD, *Untersuchungen über die Biologie stickstoffbindender Bakterien*, analysé dans la *Botanische Zeitung* du 16 avril 1906. Il résulte notamment des recherches de l'auteur que l'*optimum* de température pour la captation de l'azote est entre 18° et 31°. Elle n'aurait pas lieu au-dessous de 5° et au-dessus de 50°. L'humidité joue aussi, comme on doit s'y attendre, un rôle considérable dans le phénomène.

2. H. SÜCHTING, « Die Assimilation des freien atmosphärischen-Stickstoffs in toten Laub der Waldbäume » (*Anstbl. d. Landwirtsch. Kammer f. Kassel in Hannoversch. Land- und Forstw. Zgt.*, 1905).

3. Dott. Luigi MONTEMARTINI, *La fissazione dell' azoto atmosferico durante la decomposizione delle foglie cadute dagli alberi*. (Estratto dal Periodico : *Le Stazioni sperimentali agrarie italiane*, 1905, vol. XXXVIII, fasc. X-XI-XII, p. 1060-1065.)

4. Cette phrase fait allusion aux résultats négatifs obtenus par le professeur Hornberger, de l'Académie forestière de Münden, dont j'ai traduit le mémoire dans les *Annales de la science agronomique française et étrangère*, 1905, t. I, p. 220-230, en le faisant suivre d'observations critiques. Dans les conditions où l'auteur s'était placé — il a

de microorganismes. Je n'ai pu jusqu'alors déterminer s'il s'agissait des organismes étudiés par Vinogradsky et Süchting, ou s'il en intervient d'autres diffusés dans le sol. En tout cas, *le résultat est important* pour qui étudie la signification biologique de la chute des feuilles. Ainsi que l'éminent botaniste Wiesner⁽¹⁾ l'a fait encore remarquer récemment, outre que les feuilles, à leur chute, restituent au sol tous les principes minéraux non fixés dans le corps de l'arbre, elles forment chaque année un substratum de vie pour les microorganismes qui jouent un rôle si considérable dans la fertilisation du sol.

« Ce résultat est important aussi au point de vue pratique, parce qu'il montre combien peuvent être nuisibles la récolte et l'exportation des feuilles sèches qui tombent des arbres à l'automne. »

Les analyses précédentes, qui mettent en relief la faculté que possède la végétation forestière d'enrichir le sol en azote, ne concernent que le sol proprement dit, et non la couverture morte, laquelle a été soigneusement enlevée avant le prélèvement des échantillons de sol ; mais il est certain qu'une partie de l'azote constaté dans l'humus du sol provient de celui que les feuilles mortes ont pris à l'air pendant leur décomposition.

opéré sur des feuilles desséchées sur du papier et laissées plus ou moins longtemps dans son laboratoire, par conséquent sur un matériel stérilisé — il était impossible qu'il y eût fixation d'azote puisque les microorganismes fixateurs étaient morts.

1. J. WIESNER, « Die biologische Bedeutung des Laubfalles » (*Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, vol. XXIII, 1905, p. 172). Cette opinion de Wiesner, fondée sur mes premiers résultats confirmés par les recherches ultérieures allemandes et italiennes, montre que ce fait de la captation de l'azote par les feuilles mortes est admis maintenant par les physiologistes.

CONTRIBUTIONS

A LA

FLORE DE LORRAINE ET DES VOSGES

Par M. PETITMENGIN

J'ai encore, une fois de plus, l'occasion de montrer que tout n'est pas connu dans notre flore locale et qu'il reste encore beaucoup à faire. Témoin les faits suivants :

Il y a un mois, mon ami M. G. Bonati, pharmacien à Conflans (Haute-Saône), m'annonçait, dans une lettre datée du 12 novembre dernier, les découvertes par lui faites dans les hautes Vosges, l'une au ballon de Soultz, l'autre au Rossberg. Ci-joint le passage en question : « Sur le sommet même nous avons fait (MM. Bonati père et fils) une trouvaille bien plus intéressante, c'est celle de la *Potentilla aurea* ! plante nouvelle pour la chaîne des Vosges. Elle n'y est pas abondante, j'en ai remarqué six ou sept pieds. Cachée dans le gazon et foulée aux pieds par les nombreux touristes qui visitent le Ballon depuis mai jusqu'en octobre, elle doit rarement fleurir. De plus, elle paraissait clairsemée.....

« J'ai déjà observé cette plante en 1868, au temps où j'étais élève en pharmacie à Soultz, mais j'étais trop jeune à l'époque, je ne l'ai ni déterminée ni conservée.

« Comment a-t-elle pu échapper aux recherches des nombreux botanistes qui ont exploré la cime du Ballon, depuis E. Kœnig de Bâle en 1752, les Hermann, Nestler, Villars, Schauenbourg, Mougeot, Kirschleger ? »

La découverte dans les Vosges du *Potentilla aurea* L., comme celle des *Draba aizoides* par M. Issler de Colmar et de l'*Hieracium Jacquini*, également par M. G. Bonati, est très intéressante au point de vue de la dispersion géographique de cette espèce. Assez fréquente dans les Alpes, elle se rencontre aussi dans le Jura et jusqu'au Schwarzwald; Döll (1) l'avait déjà indiquée dans les Vosges, mais sans indications précises de localité.

Sur son autorité, Thurmman la mentionne dans les mêmes régions. Il fallut attendre jusqu'en août 1906 pour se convaincre de son existence vraiment réelle au ballon de Soultz.

La seconde trouvaille est celle du *Carlina acaulis* L. La « Caroline blanche », comme on l'appelle en Alsace, n'était jusqu'ici connue dans les Vosges qu'au ballon de Soultz, à Soultzmatt (Arnold) et derrière Soultzbach (Schauenbourg 1803) [2]. La station du Rossberg est donc précieuse à noter.

Sur le versant français, nous enregistrons encore la découverte du *Mimulus propinquus* Dougl., abondant dans un fossé entre Le Tholy et Tendou, par notre ami Jules Garnier. Jusqu'ici, on connaissait déjà deux *Mimulus* naturalisés dans les Vosges : le *Mimulus luteus* L., dans la vallée de la Bruche, toujours très abondant jusqu'à Niederhaslach où il tapisse les bords des ruisseaux ; et le *M. moschatus* L., dans les graviers d'Alsace (H. Pétry). C'est une troisième espèce, américaine comme ses deux congénères, qui va prendre rang à côté de bien d'autres qui ont déjà conquis dans notre flore leur droit de cité, et qui, à l'encontre de quelques fugitives, apparues pour disparaître, va, selon toute vraisemblance, se développer à son aise.

Le *Mimulus propinquus* Dougl. se reconnaît de suite à ses fleurs jaunes, deux ou trois fois plus petites que celles du *M. luteus* portées sur des pédicelles longs et grêles, naissant aux entrenœuds, calice égalant la moitié de la corolle, tiges plus petites, fistuleuses, plus grêles, velues, comme dans le *Mimulus moschatus*, feuilles ovales-lancéolées arrondies à la base, portant un petit nombre de dents régulièrement espacées, pétioles courts, tiges couchées ou dressées ascendantes, à premiers entrénœuds radicaux.

1. J. DÖLL, *Rheinische Flora*. Francfort-sur-Main, 1843. « Auf den höheren Vogesen. »

2. KIRSCHLEGER, *Flore d'Alsace*, t. 1, p. 455.

Le port de cette espèce la distingue à première vue de ses deux congénères. Elle est plus grêle, a des fleurs plus petites que le *Mimulus luteus* L. (*M. guttatus* D. C.); de plus, elle est velue, ce qui la rapprocherait du *M. moschatus*, mais la forme des feuilles, la longueur des pédicelles, l'ensemble de la plante distinguent de suite le *M. propinquus* Dougl. du *M. moschatus*. Cette espèce est assez fréquente aux États-Unis et au Canada. Elle a dû être importée récemment (M. Méline). Peut-être se maintiendra-t-elle.

Enfin, plus près de Nancy, nous avons le plaisir de signaler de nouvelles localités des espèces suivantes :

Geranium pratense L. : prairies près de Custines (Bussienne).

× **Stachys digenea** Malinvaud (*S. alpina* × *germanica*) parmi les parents dans les champs, non loin du monticule de Fontenoy-sur-Moselle (M. J. Godfrin).

× **Lamium holsaticum** Auct. Austr. (*L. maculatum* × *album*): Malzéville, dans une nouvelle station ; Les Chênevières.

M. Ninck, à qui nous devons déjà la découverte du *Vicia dumerorum* L., à Bar-le-Duc, a constaté cette année l'hybride de *Stachys sylvatica* et *alpestris*, aux environs de Bar.

DESSINS REPRÉSENTATIFS SUR OS

DE LA

STATION PRÉHISTORIQUE DE SIERENTZ (HAUTE-ALSACE)

Par M. MATHIEU MIEG

RÉPONSE A M. MARCELLIN BOULE

M. Marcellin Boule, dans le dernier fascicule de l'*Anthropologie* (1), m'a fait l'honneur de signaler mes découvertes de Sierentz, mais je suis étonné qu'il ait été si affirmatif, sans avoir vu mes objets, et se soit contenté de les juger sur des phototypies qui, si bonnes puissent-elles être, sont toujours insuffisantes lorsqu'il s'agit d'une question d'authenticité.

Je diviserai les preuves qui me semblent réfuter ses assertions en preuves matérielles et en preuves scientifiques.

Les preuves que j'appellerai matérielles sont au nombre de deux : 1° l'homme que j'emploie depuis de longues années pour mes fouilles n'avait jamais vu un os gravé ni ne se doutait de ce que c'était. Il se borne à exécuter les travaux que je lui indique et, sur mon ordre, me livre les échantillons dans l'état où il les trouve, c'est-à-dire tellement imprégnés d'argile qu'il est impossible de les reconnaître ; 2° il n'avait aucun intérêt à m'apporter une pièce rare, puisque je le paye à la journée. J'ajouterai que tous les objets ont été trouvés par lui, en place, après des

1. Voy. l'*Anthropologie*, 1906 (mai-août), p. 420.

fouilles qui, généralement, duraient plusieurs jours, et qu'aucune pièce ne lui a été fournie par les ouvriers de la tuilerie.

Les preuves scientifiques, si elles sont plus discutables que les précédentes, qui me paraissent concluantes, n'en sont pas moins à prendre en considération.

Depuis ma dernière note ⁽¹⁾, les découvertes faites dans la station de Sierentz ont doublé le nombre d'os gravés que je possède, actuellement au nombre de dix. Ces gravures, sauf une exécutée sur un os à l'état brut, servent toutes d'ornement à des instruments spéciaux : poinçons, racloirs, tranchets, etc.

Toutes ces pièces gravées semblent bien avoir été faites avec les mêmes méthodes que les quinze autres instruments non gravés actuellement en ma possession. et portent, comme ceux-ci, des traces indiscutables de polissage sur la pierre, d'usure par frottement ou de raclage avec des procédés grossiers.

Nous arrivons maintenant à la question de gravure des os. M. Boule affirme que la reproduction phototypique que j'en ai donnée suffit pour laisser reconnaître un travail fait avec des outils métalliques. Je n'ai pas la prétention d'être un archéologue infailible, mais il me semble que la question, avant d'être jugée d'une manière aussi absolue, mérite un plus sérieux examen.

Lorsqu'on examine à la loupe les gravures sur os ⁽²⁾ qui font partie de ma collection, on constate, dans les parties qui n'ont pas subi de carbonisation, une certaine irrégularité des contours, des traits raclés et élargis, produits par un mauvais outil qui échappe à la main.

Des essais comparatifs de gravure sur os, exécutés avec un silex de Sierentz et une pointe en métal, m'ont permis de constater que ce sont les dessins gravés au silex qui offrent le plus d'analogie avec ceux de Sierentz. J'ajouterai que ce qui semble également exclure la possibilité de falsification, c'est la difficulté qu'aurait éprouvée un faussaire à donner à ces os l'apparence qu'ils ont : la carbonisation et un séjour prolongé dans le sol ont produit des altérations assez profondes, et plusieurs d'entre eux se montrent recouverts d'une fine pellicule de suie bril-

1. « Dessins représentatifs sur os de la station préhistorique de Sierentz (Haute-Alsace) », par M. Mathieu Mieg. (*Bull. Soc. des sciences de Nancy*, janvier-mars 1906, p. 9-16.)

2. Quelques-uns de ces os portent également à l'envers des ébauches de gravures.

lante (1). Les os ont subi de nombreuses craquelures et la patine est partiellement enlevée sur certains échantillons.

M. Boule, en parlant du style des dessins, dit que ce sont d'horribles imitations des œuvres d'art de l'époque du Renne. Les pièces que j'ai réunies représentent des ruminants, une tête de cerf, des oiseaux et des poissons appartenant à la faune actuelle, mais je n'y vois pas un animal caractéristique de l'époque du Renne qu'un faussaire aurait pu copier. Les hommes qui habitaient la terrasse de loess de Sierentz semblent avoir tout simplement voulu représenter, d'une manière le plus souvent primitive, les produits de leur chasse ou de leur pêche.

M. Boule met également en suspicion l'instrument en pierre avec dents de scie, figuré planche II, figure 1, de ma notice, qui lui paraît être de fabrication moderne. Cette lame est taillée et usée sur la pierre, les dents portent des stries qui ne paraissent pas provenir d'un instrument en métal comme une lime ; je ferai remarquer en outre que cet outil a été trouvé avec des os gravés dans la fissure verticale du loess dont il a déjà été question auparavant. La station de Sierentz a, du reste, fourni depuis la publication de ma note une autre pièce du même genre, consistant en une scie en calcaire noir dont les dents présentent absolument le même aspect que la lame incriminée par M. Boule. L'instrument, en pierre brute, est taillé à éclats du côté opposé à la scie.

Outre ces deux instruments, le nombre des scies en silex trouvées à Sierentz se monte actuellement à sept.

J'ai énuméré les preuves qui me paraissent être en faveur de l'authenticité des objets que j'ai recueillis dans la station néolithique de Sierentz ; malgré cela, subsistera-t-il encore des doutes ? je ne le sais, mais j'ai l'espoir que l'accueil que feront les archéologues à ma note ne sera pas aussi mauvais que celui prédit par M. Boule. Ceux que la question intéresse ne se contenteront peut-être pas de juger sur des phototypies, ils voudront voir par eux-mêmes, et je serai tout à leur disposition s'ils veulent venir examiner ma collection.

1. Cette même matière noire brillante, dont j'ai conservé plusieurs échantillons, remplissait la fissure verticale du loess dans laquelle plusieurs des os gravés ont été trouvés.

SUR
L'EXISTENCE DE *PSILOCERAS PLANORBE*
DANS LA RÉGION DE VITREY (HAUTE-MARNE)

Par René NICKLÈS

Tombeck a signalé en 1868⁽¹⁾ la faune remarquable de l'infralias de Chalindrey. Dans la liste des fossiles qu'il avait recueillis il mettait en évidence l'existence de l'*Ammonites planorbis* ; mais, à ma connaissance, aucun géologue n'a mentionné, à l'est de cette localité, l'existence de la zone caractérisée par cette forme. Elle y existe cependant et beaucoup plus développée qu'à Chalindrey ; elle y est même très fossilifère et mérite d'attirer l'attention tant par l'abondance des exemplaires de *Psiloceras planorbe* que l'on y rencontre, que par la remarquable conservation de quelques-uns d'entre eux.

Le mérite de la découverte de cette zone dans la région de Vitrey et de Jussey doit revenir uniquement à Charles Authelin, qui avait, dès 1902, un an avant sa mort, rapporté au laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Nancy des échantillons bien conservés de *Ps. planorbe* et avait spécialement attiré mon attention sur eux en me signalant tout l'intérêt qu'ils présentaient.

C'est aux environs de Vitrey et de Cemboing qu'Authelin avait recueilli les premiers échantillons. Reprenant l'étude de cette question sur les indications qui m'avaient été laissées par lui, j'ai eu occasion de retrouver cette même zone fossilifère aux environs de Bize, de Pisseloup et de Rosières-sur-Mance.

Les échantillons que l'on recueille dans ces diverses localités sont le plus souvent lisses, ont souvent leur test, atteignent parfois

1. TOMBECK, « Note sur l'infralias de Chalindrey (Haute-Marne) ». [*Bull. Soc. géol., Fr.*, 1868, p. 876.]

8 centimètres de diamètre et sont comparables comme conservation aux beaux spécimens de la Souabe.

En cherchant à retrouver les gisements qui m'avaient été indiqués par Authelin, j'ai été amené à constater qu'en se dirigeant vers l'est, l'épaisseur des couches à *Ps. planorbe* augmente.

A Chalindrey, la zone attribuée à *Ps. planorbe* par Tombeck n'a que 30 centimètres d'épaisseur ; elle est constituée par un calcaire roux sans fossiles et forme la base des calcaires jaunes sableux à nombreuses cardinies où l'on trouve rarement *Ps. planorbe*. Or, dans la vallée de l'Amance, ce sont des calcaires bleus, devenant blanchâtres à l'air et dans les fissures ; ces calcaires compacts et finement saccharoïdes sont très durs et beaucoup plus puissants ; sans avoir pu en mesurer exactement l'épaisseur, j'ai le sentiment qu'ils atteignent plusieurs mètres, en tout cas plus de 1 mètre à Pisseloup. Les *Psiloceras* lisses y sont très abondants dans certains lits : pour fixer les idées, j'ai recueilli un échantillon plus petit que la main renfermant sept *Psiloceras*. Les échantillons se dégagent difficilement dans la roche non altérée ; c'est des blocs blanchâtres qu'on peut extraire les meilleurs exemplaires, quelquefois entièrement dégagés sur les deux faces. L'épaisseur paraît plus forte encore à Cemboing qui est à l'est, et plutôt moindre à Maizières qui est à l'ouest. En tout cas, la différence de teinte, de dureté et de structure est très grande entre ces gisements et celui de Chalindrey ; la puissance des couches est aussi très différente. Enfin, les échantillons de Chalindrey sont très rares et de petite taille, phosphatés le plus souvent ; les exemplaires de la vallée de l'Amance sont nombreux, de grande taille, soit en calcaire bleu noir, soit en calcite cristallisée ; cependant, quelques échantillons phosphatés existent près des surfaces oxydées.

Aperçu sur la tectonique de la région. — Ces différences notables dans les conditions de gisement me paraissent se relier d'une manière très sensible à la tectonique de la région. Pour mieux s'en rendre compte, il me paraît utile d'entrer dans quelques détails.

Le tiers inférieur de la feuille de Langres est occupé, pour la plus grande partie, de l'est à l'ouest, par un réseau très compliqué de fractures profondes provoquées par l'effondrement du bassin de la Saône, et ayant pour effet de rejeter en profondeur les terrains situés au sud. Les deux tiers occupant le nord de la feuille

ne sont, au contraire, parcourus que par un petit nombre de fractures, dont l'une, encore très importante, passe à Chalindrey, à Hortes, et se continue vers le nord-est, un peu au nord de Maizières. Cette faille doit se rattacher aussi, comme âge, au réseau de failles du sud. Nous en verrons plus loin la raison.

Or, dans cette surface supérieure de la feuille, relativement peu faillée, se présentent quelques ondulations qui ne sont pas négligeables.

Cuvette synclinale de Jussey. — C'est d'abord la cuvette synclinale assez vaste de Jussey, mesurant au moins 8 kilomètres sur 13 de longueur. Son centre correspond sensiblement aux lambeaux bajociens dominant à l'ouest la ville de Jussey (Haute-Saône); la carte géologique montre nettement autour de ces contours bajociens une série de contours formés du toarcien, du charmouthien, du sinémurien, du rhétien (infralias) et, à la périphérie, toute une série d'affleurements des marnes irisées du trias supérieur; partout le plongement des couches est orienté de la périphérie au centre de la cuvette, c'est-à-dire vers les collines de Jussey; le relèvement des bords un peu moins accusé au sud-ouest n'en est pas moins net.

A partir de Vitrey (Haute-Marne) les couches se relèvent avec un pendage beaucoup plus faible jusqu'aux environs de Fays-Billot, qui constituent une sorte de faite à partir duquel elles commencent à plonger vers l'ouest jusqu'à la région de Chalindrey et au delà.

Or il semble que cette configuration actuelle, si facile à saisir dans son ensemble, existait déjà lors du dépôt des couches à *Psiloceras planorbe*.

En effet, à Chalindrey, près de la ligne de faite, les couches avaient très peu d'épaisseur; les *Psiloceras* lisses n'y sont que faiblement représentés et par des individus qui n'atteignaient que rarement leur développement complet.

Le long de la ligne de faite, je n'en ai rencontré aucun exemplaire; malgré la valeur très contestable d'un caractère négatif, l'absence absolue d'une forme ne pouvant pas être prouvée, il semble qu'ils y soient au moins très rares; mais si, en partant de cette ligne de faite, on se dirige vers le centre de la cuvette de Jussey, on les voit réapparaître dans une assise qui devient rapidement plus épaisse qu'à Chalindrey et où ils atteignent un

développement aussi remarquable par le nombre que par la taille des échantillons.

Ceci nous montre que la cuvette de Jussey devait déjà exister dès le début de la zone à *Psiloceras planorbe*, que par conséquent elle est antérieure au jurassique et très probablement au trias : il est vraisemblable de supposer qu'elle date de l'époque des ridements hercyniens.

Faille de Chalindrey. — J'ai mentionné plus haut la grande faille de Chalindrey et de Hortes. Cette faille a pour effet d'abaisser en profondeur les terrains du nord. Si elle avait existé lors du dépôt des couches à *Ps. planorbe*, on aurait toutes chances de retrouver cette forme bien développée comme à Vitrey ou à Pisseloup ; or, dans cette région, on trouve de part et d'autre de la faille une identité à peu près complète entre les terrains : nulle part, sauf un échantillon recueilli à l'est de Marcilly, et dont le gisement reste à l'est de cette ligne de faite prolongée, je n'y ai rencontré d'indice de l'existence de *Ps. planorbe*. Il est donc vraisemblable que cette grande faille n'existait pas encore, puisqu'elle semble n'avoir eu aucune répercussion sur la faune de l'hettangien. Son allure et sa direction semblent au contraire lui attribuer le même âge que les fractures compliquées dues à l'effondrement du bassin de la Saône survenu beaucoup plus tard.

En résumé :

1° Les couches à *Psiloceras planorbe* existent très bien représentées sur le pourtour de la cuvette synclinale de Jussey ;

2° La cuvette synclinale de Jussey est probablement d'origine hercynienne, et certainement antérieure au jurassique ;

3° Le réseau compliqué des failles du sud de la feuille de Langres ainsi que la grande faille de Chalindrey se rattachent à l'effondrement du bassin de la Saône, d'une date bien postérieure ;

4° Le développement vers l'est de la zone à *Ps. planorbe* paraît dû à ce que la cuvette de Jussey existait déjà lors de l'hettangien.

En terminant, je tiens à rappeler que si l'existence non encore signalée, je crois, de *Psiloceras planorbe* dans la région de Vitrey et Jussey présente quelque intérêt, le mérite doit en revenir uniquement à Charles Authelin, qui me l'avait signalée dès 1902.

SUR

LA PRÉPARATION DU BARYUM

Par M. A. GUNTZ

J'ai montré il y a quelques années que, par calcination ménagée de son amalgame dans le vide⁽¹⁾, on pouvait obtenir du baryum à 98,5 % de métal. J'ai varié, depuis, de bien des manières, les conditions de cette préparation sans arriver pour cela à un résultat plus satisfaisant. Cela tient à ce qu'à haute température la tension de la vapeur de mercure diminue à mesure que la richesse en baryum augmente et, à la teneur limite que je n'ai pu dépasser, les deux éléments de l'amalgame distillent simultanément.

L'étude systématique des propriétés du baryum et de ses composés m'a permis d'obtenir ce métal à l'état de pureté par deux nouveaux procédés beaucoup plus simples tous deux que le précédent.

Lorsqu'on chauffe à haute température un amalgame de Ba de composition quelconque dans un courant d'hydrogène, on obtient⁽²⁾ un hydrure dont la dissociation dans le vide donne ensuite le baryum. Certaines précautions doivent cependant être observées pour obtenir, par ce procédé, le métal pur.

Il faut d'abord préparer de l'hydrure de baryum exempt de mercure.

Lorsqu'on chauffe progressivement de l'amalgame de Ba dans

1. *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 872. 1901.

2. *Ibidem*, t. CXXXII, p. 963. 1901.

un courant d'hydrogène, sans précaution spéciale, dans une nacelle en fer, on obtient finalement une masse fondue dont la partie inférieure est de l'amalgame non décomposé, recouvert par une masse grise de BaH^2 contenant encore un peu de mercure dont il est impossible de se débarrasser, en élevant la température de la réaction, sans perdre par volatilisation la majeure partie du produit.

Ce résultat s'explique en remarquant que l'hydrure fondu recouvre l'amalgame en empêchant sa dissociation par la petite quantité de Hg diffusée dans BaH^2 . Il faut donc s'arranger pour obtenir à la fin de l'opération une couche d'hydrure fondu sans mélange d'amalgame.

Voici comment il faut opérer. L'amalgame de Ba à 10 % environ est chauffé dans le vide avec les précautions indiquées pour obtenir le métal ; lorsque la température est d'environ 900° , on laisse rentrer lentement dans l'appareil de l'hydrogène pur et sec qui se combine rapidement au métal. On maintient cette température tant que l'hydrogène est absorbé.

L'appareil est alors chauffé plus fortement jusqu'à fusion de l'hydrure qui a lieu vers 1200° . En employant une nacelle en fer, à fond plat, placée bien horizontalement, et un poids d'amalgame contenant au plus 20 grammes de métal, on obtient de l'hydrure bien exempt de mercure.

Il est nécessaire de mettre en avant et en arrière de la nacelle une spirale de fil de nickel, pour éviter que le mercure condensé ne puisse, en coulant dans la partie chauffée, produire la rupture du tube. L'hydrure de baryum ainsi obtenu se détache facilement de la nacelle, il est assez peu altérable à l'air et se laisse manier facilement. On le place dans un tube de fer fermé à une de ses extrémités que l'on chauffe progressivement jusqu'à 1200° dans un tube de porcelaine où le vide est fait d'une façon continue par une trompe à Hg. Vers 700° l'hydrogène commence à se dégager par suite de la dissociation de l'hydrure, mais la volatilisation du baryum ne commence qu'après le départ des dernières traces d'hydrogène et à une température plus élevée. Le dépôt du métal se produit alors sur le tube protecteur de nickel dont on ne peut le détacher à cause de son adhérence due partiellement à la formation d'un alliage $Ni + Ba$.

Pour arriver cependant à recueillir facilement le baryum, j'ai

employé l'artifice suivant, qui permet par le principe du tube chaud et froid de Deville d'obtenir cristallisés les métaux et substances volatiles dans le vide, même lorsqu'elles attaquent les parois des tubes où se fait la réaction.

Devant l'extrémité du tube de fer chauffé et sans le toucher, à l'endroit où se dégagent les vapeurs, on place un tube en acier poli de 8 millimètres environ de diamètre extérieur fermé par une extrémité et refroidi par un courant d'eau intérieur : le baryum s'y dépose par sublimation lente à l'état cristallisé et peut s'en détacher très facilement.

On obtient ainsi un métal d'un blanc d'argent qui est alors absolument pur ; il est malheureusement assez altérable, se ternit avec rapidité à l'air humide, mais se conserve inaltéré dans CO^2 sec. J'ai trouvé dans deux analyses :

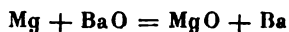
$$\text{Ba} = 99,56 \text{ et } 99,46 \text{ \%}$$

On peut, à cause de la grande altérabilité du métal, considérer le baryum ainsi obtenu comme absolument pur.

Ce procédé nous a permis, à l'aide de l'hydruure de strontium, d'obtenir également à l'état de pureté le strontium⁽¹⁾ ; la sublimation dans le même appareil du calcium industriel à 97 % donne également du métal chimiquement pur, comme nous l'avons montré, MM. Henry Bassett junior et moi⁽²⁾.

Le magnésium, d'après Winkler, réduit les oxydes alcalins terreux⁽³⁾ en mettant le métal en liberté, mais sans qu'il pût l'isoler du mélange ; j'ai essayé de produire cette séparation en profitant de la volatilité de ces métaux dans le vide.

Mais la réaction pour la baryte est loin d'être aussi simple que la formule de Winkler



semble le faire supposer.

Elle dépend en effet d'un grand nombre de facteurs, pureté de

1. *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 400. 1906.

2. *Journal de chimie physique*, t. X, p. 1. 1906.

3. *Winkler Ber.*, t. XXIII (1), p. 125. 1890.

la baryte, température et durée de chauffe, proportion et degré de finesse des constituants.

Nous n'avons pu, pour nos expériences, employer de la baryte pure, qui est très difficile à préparer, et les échantillons d'une même préparation sont loin d'avoir la même composition, quoique la teneur en baryum soit à peu près la même. Cela tient à ce qu'on ne peut se débarrasser des dernières portions de BaO^2 dont il y a quelquefois plus de 30 % dans des échantillons de baryte industrielle. Pour se rendre compte de la pureté d'une baryte commerciale, voici le moyen que j'ai employé :

Dans un vase jaugé de 200 centimètres cubes bouché à l'émeri, on met un peu moins de 200 centimètres cubes d'eau, puis un fragment pesé de la baryte à analyser. Après avoir complété à 200 centimètres cubes, on agite pendant quelques minutes, puis on laisse déposer. On enlève ensuite avec une pipette 100 centimètres cubes ou l'on dose l'alcalinité avec une solution de $HCl \frac{N}{2}$.

On trouve ainsi des teneurs en baryte dans deux échantillons différents :

Soluble à l'eau	Soluble dans HCl étendu
88,10 %	98,5

même préparation,

59,93	93,61
48,93	94,52

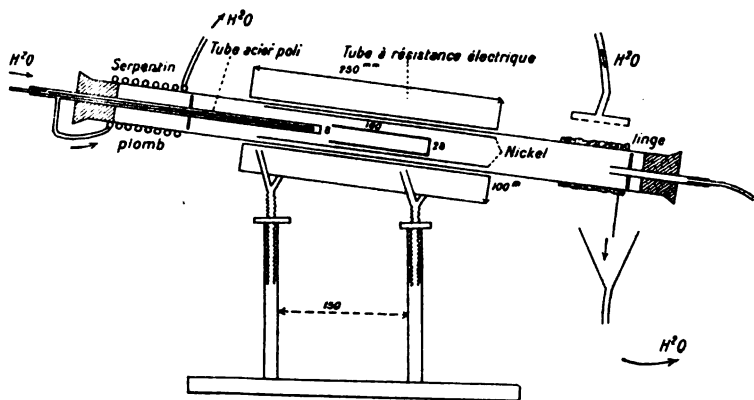
Dans certains échantillons il y avait jusqu'à 30 % de BaO^2 dosée par H^2O^2 produite dans l'action de HCl étendu. La teneur en baryum a varié de 87,7 à 89 %. La théorie pour BaO pur exige 89,57.

On peut remarquer que BaO^2 pur titre 81,12 de Ba . Si on prend la différence entre ces deux teneurs, qui est 8,45, elle correspond à 100 % de BaO^2 . Ce qui montre que 1 % de différence entre 89,57 et le nombre trouvé dans le dosage de Ba correspond environ à 12 % de BaO^2 , en supposant toute la baryte combinée à l'oxygène.

Pour éviter l'action des gaz sur Ba formé et l'attaque des tubes de porcelaine par Mg ou Ba en vapeur, nous avons toujours opéré de la manière suivante :

Le mélange à expérimenter est placé dans un creuset en acier

doux de 28 à 30 millimètres de diamètre intérieur et 100 millimètres de long et 1 millimètre d'épaisseur de paroi. L'intérieur du tube de porcelaine est protégé par une tôle de nickel de deux dixièmes d'épaisseur et 230 millimètres de long. On place devant le tube de fer un tube d'acier refroidi de 8 millimètres de diamètre extérieur.



On chauffe très lentement dans un four à résistance électrique, en ayant soin de faire le vide d'une façon continue à la trompe à mercure.

L'expérience montre alors que dans ces conditions la réaction dépend de la pureté de la baryte et de la grosseur des grains de magnésium. En employant un mélange de magnésium en poudre fine et de baryte pure ou contenant du bioxyde, la réaction est assez énergique et rapide pour produire presque chaque fois la rupture du tube.

Lorsqu'on prend du magnésium en poudre grossière obtenue en limant avec une râpe une barre de magnésium, la réaction ne devient brusque que lorsque l'on emploie de la baryte contenant beaucoup de bioxyde. On obtient au contraire à coup sûr une réaction progressive, même en employant de la baryte impure, en plaçant au fond du creuset le magnésium en morceaux, puis, au-dessus, BaO en grains séparés du métal par un treillis en fer.

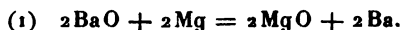
On constate alors qu'en élevant progressivement la température, vers 500° il commence à se dégager de l'hydrogène provenant de l'action du magnésium sur Ba(OH)² toujours contenu.

L'on cesse de chauffer lorsque la température extérieure du tube de porcelaine est d'environ 900° (1).

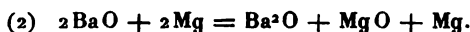
En retirant le tube, on constate que la baryte a changé d'aspect, elle est devenue noirâtre, traitée par l'eau, elle dégage de l'hydrogène, ce que ne fait pas le magnésium.

Deux réactions sont possibles :

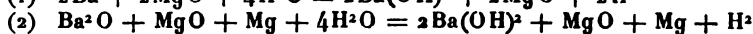
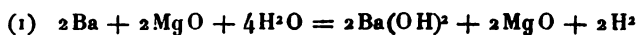
1° Il y a formation de Ba comme l'admet Winkler



Ou bien la réaction n'est pas complète, il n'y a qu'une portion de l'oxygène enlevée avec formation d'un sous-oxyde qui, d'après nous, aurait pour formule Ba²O



Nous avons cherché à décider entre ces deux réactions. On peut remarquer que, si l'on traite par l'eau le produit fritté, on aurait dans



et que, par conséquent, le volume d'H dégagé dans (2) serait la moitié de celui de la réaction (1).

On peut distinguer les deux réactions par l'analyse. Traitons un poids connu du mélange par de l'eau pure dans un nitromètre de Lunge, par exemple, et mesurons d'abord le volume d'hydrogène dégagé V(H) exprimé en centimètres cubes, puis l'alcalinité V(A) de la solution exprimée en centimètres cubes d'une solution normale d'(HCl). Cette alcalinité étant mesurée sur la solution filtrée, pour éviter la présence de Mg pouvant rester, on a le rapport pour la formule (1) :

$$\frac{V(H)}{V(A)} = \frac{2 \times 22\,400}{2 \times 2\,000} = 11,22;$$

pour la formule (2) :

$$\frac{V(H)}{V(A)} = \frac{22\,400}{2 \times 2\,000} = 5,61,$$

1. Les températures indiquées sont celles mesurées par une pince thermo-électrique fixée sur le tube de porcelaine; mais ces nombres sont certainement supérieurs à la température intérieure réelle par suite de la présence du tube de fer refroidi placé dans le voisinage.

mais ces réactions ne sont pas d'un emploi rigoureux, car il est très difficile d'obtenir un mélange homogène dans les conditions où nous sommes placés, et en n'employant jamais un grand excès de magnésium. D'ailleurs, connaissant l'altérabilité du baryum, il nous semble difficile d'admettre l'existence de ce composé en poudre dans le mélange résultant de l'action de Mg sur BaO qui, comme l'a montré l'expérience, est peu altérable à l'air.

Nous allons d'ailleurs montrer, en donnant le détail de nos expériences sur la préparation du baryum, que tous les faits expérimentaux s'accordent qualitativement avec la formation d'un sous-oxyde.

Faisons agir Mg sur BaO en quantité équivalente, chauffons 8 grammes de Mg en grains et 50 grammes de BaO dans notre tube en fer, en chauffant très lentement, et maintenons une température de 930° pendant une heure et demie, nous constatons sur le tube refroidi un alliage de Mg + Ba. Le produit noir analysé a donné pour $0^{\text{sr}},306\text{g}$:

$$V(H) = 14,2 \quad V(A) = 4 \quad \frac{V(H)}{V(A)} = \frac{14,2}{4} = 3,5.$$

On voit que le rapport est inférieur à celui exigé par Ba^2O et s'en rapproche.

D'ailleurs, la composition de l'alliage Mg + Ba dépend énormément de la manière de chauffer et de la température finale.

Ainsi, en mettant au fond du tube 5 grammes de magnésium recouvert par 30 grammes de baryte, si l'on maintient pendant trois heures une température de 900° , le dépôt sur le tube froid renferme 58,61 % de baryum.

Chauffons dans les mêmes conditions $2^{\text{sr}},5$ de Mg avec 46 grammes de BaO, correspondant sensiblement au mélange $3\text{BaO} + \text{Mg}$, pendant une heure et demie à 1100° , le dépôt sur le tube refroidi est plus riche en magnésium. Le dosage des deux éléments a en effet donné

Mg.	62,26
Ba.	37,77
	100,03

Nous avons essayé ensuite de faire passer les vapeurs de cet alliage sur BaO pur et nous avons vérifié que le produit sublimé

renfermait encore du magnésium. Il nous semble bien établi que par distillation, dans les conditions de nos expériences, on ne peut obtenir du baryum pur.

Nous pouvons expliquer ces expériences de la manière suivante : lorsque à haute température le magnésium réagit sur le baryte il se forme principalement du sous-oxyde de baryum. Ce sous-oxyde, instable à ces hautes températures, donne en se dissociant du Ba qui réagit partiellement sur MgO . Il se produit entre ces deux métaux un équilibre, fonction de la température, qui les fait déposer sur le tube froid en proportion variable avec les conditions expérimentales. Nous avons prouvé cette hypothèse de la manière suivante :

1° Nous avons fait réagir sur de la baryte anhydre du baryum métallique ou de l'amalgame à 60 %, en mettant ces substances au fond du tube de fer chauffé, puis les recouvrant de BaO en grains séparés du métal par un treillis de fil de fer.

En chauffant dans ces conditions 10 grammes de Ba et 30 grammes de BaO à 1110° pendant une heure, on constate après refroidissement que tout le Ba s'est vaporisé et que la plus grande partie est restée fixée sur BaO . Sur le tube de fer il n'y a qu'un dépôt insignifiant.

Répetons la même expérience dans les mêmes conditions, en prenant 17 grammes de Ba + 17 grammes de BaO : il y a cette fois un léger dépôt de baryum sur le tube refroidi. La baryte est devenue noire et frittée, ressemblant au produit obtenu avec le magnésium.

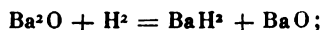
Analysé, on trouve que 0,874877 dégagent 19,67 d'hydrogène par l'action de l'eau et l'alcalinité $V(A) = 6,5$.

Le rapport $\frac{V(H)}{V(A)} = \frac{19,67}{6,55} = 3$, il y a donc un excès de baryte dans le sous-oxyde obtenu.

Mais ces expériences prouvent que le baryum se fixe sur la baryte en donnant un sous-oxyde auquel nous donnons la formule Ba^2O , sans avoir pu cependant obtenir ce composé pur ; c'est la formation de ce composé et sa stabilité qui explique la réaction inverse du baryum sur la magnésie que nous avons pu vérifier facilement.

Cette formation de sous-oxyde de Ba^2O explique la formule BaH donnée par Winkler à l'hydruide de baryum. En effet, si dans les

conditions expérimentales de l'auteur, au lieu de se former Ba, il se produit Ba^2O , l'hydrogène donnera la réaction



mais l'hydrure formé englobe la baryte et empêche l'action ultérieure du magnésium. Il reste donc, après action de l'hydrogène, un mélange équimoléculaire de $BaH^2 + BaO$ qui, analysé d'après la méthode de Winkler, donne pour le rapport $\frac{H}{Ba}$ l'unité, ce qui explique aussi pourquoi ce savant avait adopté la formule BaH au lieu de la formule BaH^2 qui ressort de mes expériences sur le composé pur.

L'expérience nous a montré d'ailleurs que ce sous-oxyde jouissait des propriétés du baryum. Il décompose l'eau en dégageant H. Chauffé dans H ou N, il absorbe ces gaz pour donner BaH^2 ou Ba^2N^2 . Nous pouvons déduire de cette formation de sous-oxyde de baryum à haute température et de sa dissociation d'autres méthodes de formation du baryum : il suffira de chauffer la baryte à haute température avec un métal à grande chaleur d'oxydation. Nous avons étudié ce qui se passe avec le calcium et l'aluminium.

Chauffons à $1\ 100^\circ$ pendant une heure dans notre tube en fer un mélange en proportions équivalentes de calcium en poudre et de baryte, nous obtiendrons sur le tube froid un mélange de Ca et de Ba riche en baryum. Si l'on augmente la proportion de baryte, le métal sublimé ne renferme plus que des traces de calcium reconnaissable seulement par l'oxalate d'ammoniaque. Lorsque la vapeur de calcium passe sur une colonne de baryte, on constate que le baryum obtenu ne contient pas de trace de calcium. Ce procédé pourrait donner en grand facilement le baryum. On peut remarquer que dans toutes ces expériences on est obligé de chauffer les tubes à une température bien supérieure à la volatilisation de Ba retrouvé. Ce résultat s'explique par la formation de Ba^2O dont la dissociation donne le métal. Nous comptons faire quelques expériences avec des tubes en silice fondue pour opérer dans le vide à plus haute température et obtenir des réactions plus rapides.

Lorsqu'on veut obtenir du baryum pur, on peut remplacer le calcium par un métal non volatil dans le vide, comme l'aluminium, quoique la chaleur d'oxydation soit plus petite que celle du

baryum. Mélangeons, en effet, BaO en poudre avec un dixième de son poids de Al en petits grains et chauffons à 1100° dans le vide. L'aluminium comme Ca et Mg réagira sur BaO ; grâce à la formation de Ba²O, il se produira un équilibre entre Al et Ba, mais, dans les conditions expérimentales où nous nous trouvons, Al n'étant pas volatil, Ba ira se condenser seul sur le tube froid et l'on obtiendra ainsi un métal cristallisé d'aspect semblable à la pyrite rayonnée à cassure d'un éclat blanc d'argent, c'est du baryum pur. Un échantillon légèrement altéré à la surface renfermant 98,56 de Ba, si l'on voulait le métal absolument pur, il suffirait de le sublimer une deuxième fois dans le même appareil et de le mettre rapidement dans une atmosphère de CO² sec, car le métal ainsi obtenu est très altérable et s'enflamme facilement à l'air humide quand on opère sans précaution. Il ne faut pas prendre un trop grand excès d'Al pour obtenir un meilleur rendement, car dans ce cas on obtient des alliages stables de Ba + Al obtenus déjà par Beketoff et Stansfield (1). Mallet avait déjà montré (2) qu'à très haute température, à la pression atmosphérique, l'aluminium réduisait les oxydes alcalino-terreux dont il pouvait constater les vapeurs dans les gaz s'échappant du creuset. J'ai reconnu également que l'aluminium et le magnésium agissent sur la strontiane comme sur la baryte.

Al en poudre réagissant sur SrO donne du strontium cristallisé de la même manière et plus facilement que le baryum. On peut remarquer aussi que le sous-oxyde de strontium est moins stable à haute température que Ba²O.

Nous n'avons pas essayé de préparer le calcium par cette méthode, ce métal se préparant facilement dans l'industrie par électrolyse, mais l'étude de l'action du magnésium sur la chaux au rouge nous a conduit à des résultats intéressants.

Le mélange de chaux vive et de magnésium (mélange de M. Maquenne) absorbe, comme on le sait, vers le rouge l'azote pour donner Ca³N².

L'on admet qu'il se forme d'abord du calcium par la réaction $Mg + CaO = Ca + MgO$.

D'après M. Moissan (3), « si nous considérons les chaleurs de

1. STANSFIELD, *Annales phys. chimie*, t. XXV, p. 284. 1902.

2. MALLET, *Annales de Liebig*, t. CLXC, p. 62.

3. MOISSAN, *Annales phys. et chimie*, t. XVIII, p. 340. 1899.

formation d'autres oxydes, nous remarquons que $\text{Mg} + \text{O} = 143,4$; il semblerait donc encore ici que le calcium dût déplacer le magnésium; or nous savons qu'en chauffant un mélange de chaux anhydre et de magnésium en poudre dans un creuset de fer à couvercle vissé en présence d'un excès de sodium, on produit des cristaux de calcium. La réaction est donc contraire. Le magnésium déplace nettement le calcium de la chaux vive au rouge sombre. Les expériences de Winkler avaient déjà mis ce fait en évidence. »

On doit expliquer cette action du magnésium sur la chaux comme nous avons interprété son action sur la baryte : il y a production à basse température d'un sous-oxyde de calcium dont la chaleur de formation compense l'écart thermique entre les chaleurs d'oxydation de Mg et Ca (+ 8°,5); à température élevée, au contraire, le magnésium n'a pas d'action sur la chaux; bien plus, conformément aux chaleurs de formation, le calcium déplace quantitativement à haute température le magnésium de la magnésie, conformément à la théorie.

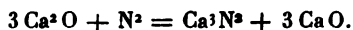
C'est ainsi qu'en chauffant dans le tube en fer à 1050° pendant une heure un mélange de 5 grammes Ca + 5 grammes MgO recouvert d'une couche de MgO, on constate sur le tube de fer un dépôt de Mg cristallisé ne contenant pas trace de Ca et l'expérience recommencée plusieurs fois a donné le même résultat.

Voici d'ailleurs le détail de quelques expériences. J'ai chauffé dans le vide à 650°, pendant trois heures et demie, un mélange de 28 grammes Ca + 12 grammes Mg correspondant à CaO + Mg; il n'y a pas eu de réaction sensible, car le produit traité par l'eau ne dégage pas sensiblement d'hydrogène; reprenons le même produit et chauffons-le à 850° pendant trois heures sous pression réduite d'argon (0,8, 15 de Hg). On retire alors du tube une masse noire ressemblant à BaO décomposant l'eau. Lorsque la réaction est terminée, une goutte d'HCl produit un nouveau dégagement d'hydrogène, prouvant qu'il reste encore une notable partie du magnésium inaltéré.

Nous avons recommencé l'expérience en chauffant 3 grammes de Mg + 21 grammes de CaO, c'est-à-dire un grand excès de chaux, à 840° pendant trois quarts d'heure dans de l'argon à la pression atmosphérique.

De la mesure de H dégagé dans l'action de l'eau, on déduit que les 7/8 du Mg n'ont pas réagi.

Nous avons essayé de décomposer ce sous-oxyde comme nous l'avons fait avec Ba^2O . Un mélange de 3 grammes de Mg + 21 grammes de CaO est placé dans un tube de fer et recouvert de CaO . On chauffe progressivement jusqu'à 1100° dans l'argon, puis on fait le vide dans l'appareil et l'on maintient la température pendant une demi-heure. On constate que le métal condensé sur le tube froid est du magnésium pur sans calcium. Ces résultats ne peuvent s'expliquer que par la formation d'un sous-oxyde de calcium stable à basse température et dont les propriétés ressemblent à celles du calcium. Il absorbe N par exemple pour donner Ca^3N^2 .



Le magnésium restant réagit sur une nouvelle proportion de chaux, et c'est ainsi que le calcium est entièrement transformé en azoture dans le mélange de M. Maquenne. Le calcium libre ne peut exister dans ces conditions, car dans toutes les conditions où nous l'avons fait réagir sur de la magnésie il y a toujours eu formation de magnésium pur. Si, dans l'expérience de M. Moissan, il y a formation de calcium au contact d'un excès de sodium, cela tient à ce que dans ce cas le sous-oxyde peu stable se dissocie en présence du sodium fondu, qui dissout du calcium et empêche la réaction inverse sur la magnésie.

SUR
LA DISSOLUTION DE L'HYDRURE DE LITHIUM
DANS LE CHLORURE DE LITHIUM FONDU

Par M. A. GUNTZ

J'ai montré, il y a quelques années⁽¹⁾, que lorsqu'on chauffe dans un courant d'hydrogène poids moléculaires égaux de LiCl et Li, le lithium se dissout en donnant un produit blanc fondu qui, traité par l'eau, donne de la lithine avec dégagement d'hydrogène. Cette réaction m'avait permis d'ailleurs d'analyser le produit en dosant l'alcalinité de la liqueur et le chlorure contenu. De ces données on peut en effet conclure le rapport du nombre de molécules de LiCl au nombre d'atomes de Li libre contenus dans le composé. Ce rapport est en effet égal à celui du chlore et de l'alcalinité trouvés exprimés tous deux en liqueur de même normalité, par exemple N/10.

C'est ainsi que j'avais trouvé pour $\frac{\text{LiCl}}{\text{Li}} = \frac{13.05}{13.55}$, ce qui correspondait sensiblement à la formule d'un sous-chlorure Li, LiCl ou Li²Cl. Mais les propriétés actuellement mieux connues du lithium permettent d'interpréter différemment le résultat de ces expériences. J'ai montré en effet que ce métal se combine facilement à l'hydrogène en donnant un hydrure très stable. Aussi lorsqu'on chauffe un mélange de Li + LiCl dans l'hydrogène, on peut admettre qu'au lieu de sous-chlorure il se forme d'abord

1. *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 945. 1895.

de l'hydrure LiH se dissolvant ensuite dans le bain de chlorure fondu en donnant un mélange LiH + LiCl si l'on a employé poids moléculaires égaux des composants et l'on ne peut distinguer ces deux mélanges par la méthode d'analyse employée précédemment, le rapport $\frac{\text{LiCl}}{\text{Li}}$ étant le même.

D'ailleurs, ces deux mélanges ont une composition très voisine :

	Li ² Cl	LiH + LiCl
Li.	28,40	27,84
Cl.	71,60	70,18

et par conséquent le dosage des éléments chlore et lithium ne permet pas de distinguer entre ces deux mélanges.

La connaissance des propriétés de l'hydrure de lithium nous donne une autre méthode d'analyse permettant de différencier les deux mélanges.

Nous savons que la réaction de LiH sur l'eau peut s'écrire $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2$.

Le rapport entre le nombre des molécules d'H et de LiOH formées est égal à 2, tandis qu'il est égal à l'unité par le sous-chlorure. $\text{Li}^2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiCl} + \text{LiOH} + \text{H}$.

Il est facile de mesurer ce rapport. Dans un nitromètre de Lunge, par exemple, on traite un poids connu du composé par l'eau, on mesure le volume V(H) d'hydrogène dégagé exprimé en centimètres cubes. On mesure ensuite l'alcalinité V(A) de la solution exprimée en centimètres cubes; de la solution normale le rapport $\frac{V(\text{H})}{11,22} : V(\text{A})$ est le nombre cherché.

En effet, dans le cas de Li²Cl pur le rapport $\frac{V(\text{H})}{V(\text{A})} = \frac{11\ 220}{1\ 000} = 11,22$.

Le rapport $\frac{V(\text{H})}{V(\text{A})} : 11,22$ exprimé ainsi donnera donc immédiatement la composition du mélange en molécules.

L'analyse par cette nouvelle méthode du produit obtenu dans l'action de Li sur LiCl, en présence de H, montre la production dans ce cas d'un mélange équimoléculaire d'hydrure et de chlorure et non de sous-chlorure.

Voici par exemple les résultats de l'analyse d'un produit homogène obtenu en chauffant dans une nacelle en fer dans un courant

d'hydrogène un mélange de 2 grammes de Li et 14 grammes de LiCl.

$$P = 0,098 \quad V(H) \text{ à } 0 \text{ et } 760 = 32^{\text{cc}},0 \quad HCl \frac{N}{10} = 14^{\text{cc}},3 \quad V(A) = 1.43$$

$$\frac{1}{11,22} \frac{V(H)}{V(A)} = 1.99.$$

La théorie pour le mélange LiH + LiCl exigeant pour $\frac{1}{11,22} \frac{V(H)}{V(A)} = 2$, on peut en conclure que l'on a bien affaire à ce mélange et pas à Li²Cl pour lequel ce rapport est égal à l'unité.

On peut maintenant se poser la question : le sous-chlorure de lithium existe-t-il ?

J'ai fait, pour résoudre cette question, de nombreuses expériences. Pour faire réagir le lithium sur son chlorure, il faut évidemment opérer en l'absence de gaz ayant une action sur le métal, comme l'hydrogène ou l'azote. J'ai essayé cette réaction dans le vide, dans l'argon, dans un creuset fermé.

1° *Dans le vide.* — J'ai essayé de combiner à l'état naissant Li et LiCl en dissociant dans le vide un mélange de LiH + LiCl chauffé à 880° pendant deux heures ; après refroidissement on constate qu'une grande partie de LiCl est volatilisée ; le produit restant dans la nacelle est analysé :

$$P = 0,0986 \quad V(H) \text{ à } 0 \text{ et } 760 = 15^{\text{cc}},33 \quad V(A) = 0^{\text{cc}},76 \quad HCl \frac{N}{10} = 7^{\text{cc}},6$$

$$\frac{1}{11,22} \frac{V(H)}{V(A)} = \frac{15,33}{0,76 \times 11,22} = 1,79.$$

On peut en conclure déjà que l'hydrure de lithium n'a été que faiblement décomposé et qu'il y a un peu de sous-chlorure formé. Cherchons la proportion d'hydrure contenue ; l'analyse pondérale donne

Cl	78,20 %
Li	$\frac{21,49}{99,69}$

Si on rapporte à 100 grammes de mélange on a :

H dégagé	15,596 en atomes	$\frac{15,596}{11,220} = 1,39$
Alcalinité	7,708	— $\frac{7,708}{10,000} = 0,77$
Chlore.	78,21	
Lithium	21,49	

Soit X la proportion de sous-chlorure
 Y la proportion d'hydrure
 H l'hydrogène
 A l'alcalinité

} exprimés en molécules.

on a les deux relations

$$\begin{aligned} (1) \quad X + 2Y &= H \\ (2) \quad X + Y &= A. \end{aligned}$$

En retranchant (1) — (2) :

$$Y + = H - A = 1.39 - 0.77 = 0.62.$$

En retranchant (2) — (1) :

$$X + = A - Y = 0.77 - 0.62 = 0.15.$$

C'est-à-dire :

$$Y = 0.62 \quad X = 0.15.$$

On peut conclure de ce résultat que dans le mélange il y a 62 molécules de LiH pour 15 de Li²Cl, c'est-à-dire un grand excès du premier composé, mais ils se trouvent cependant tous deux en faible proportion dans le mélange, car si l'on partage le lithium de l'alcalinité proportionnellement à ces deux nombres entre l'hydrogène et le chlorure de lithium on trouve finalement comme composition du produit obtenu :

LiCl	88.86
Li ² Cl	5.91
LiH	4.98
	99.75

N'ayant pu obtenir Li²Cl pur en présence de l'hydrogène, nous avons recommencé ces expériences en remplaçant ce gaz par de l'argon. Un mélange de 20 grammes de LiCl sec et de 2 grammes de Li placé dans une nacelle en fer est chauffé dans un tube de porcelaine jusqu'à fusion du chlorure. On a eu soin de faire d'abord le vide dans l'appareil, puis d'y faire entrer environ 80 centimètres cubes d'argón. Après refroidissement on constate que la majeure partie de Li n'a pas réagi.

L'analyse du produit donne Cl % 80,97, Li % 17,53.

$$P = 0,3968 \quad V(H) \text{ à } 0 \text{ et } 760 = 4^{\text{cc}},55 \quad V(A) = 1^{\text{cc}},0$$

d'où :

$$\frac{1}{11,22} \frac{V(H)}{V(A)} = 0,405.$$

Voici comment nous pouvons interpréter ce résultat :

1° La proportion de sous-chlorure formée est très faible, car l'alcalinité provenant de la décomposition du produit par l'eau est très petite ; elle correspond en effet à 25^c,28 de liqueur HCl N/10 par gramme de matière, la théorie pour Li²Cl exigerait 201^c,9 ;

2° Le sous-chlorure est mélangé d'une forte proportion de lithine, car le rapport $\frac{V(H)}{V(A)} = 0,405$ au lieu de l'unité ;

3° La somme des poids du chlore et du lithium ne donne pas 100, mais seulement 98,50. On doit attribuer cette différence à la présence de l'oxygène de la lithine et, dans ce cas, la présence du sous-chlorure de lithium n'est plus certaine, car on pourrait à la place de Li²Cl admettre la formation d'un des mélanges Li²O + 2 LiH ou LiOH + LiH provenant tous deux de l'action de la vapeur d'eau sur le lithium.



On ne peut également calculer avec certitude la répartition des éléments, à cause de la trop faible quantité de lithium dissous. Nous avons donc dû chercher si dans d'autres conditions expérimentales nous pouvions obtenir un composé pur.

Pensant que la dissolution incomplète de Li provenait de ce que la température n'était pas assez élevée, nous avons recommencé l'expérience en chauffant le même mélange à 880°. On constate alors que la majeure partie de LiCl a distillé, ce qui tient à ce que la pression de l'argon est trop faible (150 millimètres environ). Le produit restant dans la nacelle analysé donne une alcalinité très faible, 28^c,82 par gramme, mais le rapport $\frac{1}{11,22}$

$$\frac{V(H)}{V(A)} = 1,05.$$

Ce rapport permettant de conclure à la formation du sous-chlorure Li²Cl.

Nous avons répété l'expérience précédente en opérant dans l'argon à la pression atmosphérique et en prenant les plus grandes

précautions contre l'humidité. Le LiCl placé dans une nacelle en fer était fondu au préalable dans un courant d'H bien sec. La nacelle, contenant 10 grammes de LiCl, 0^{gr},5 de Li, est introduite dans un tube de porcelaine chauffé vers 300° que l'on a desséché en laissant rentrer trois fois H bien sec. On fait alors le vide rapidement, puis on laisse rentrer dans l'appareil par l'intermédiaire d'un tube à P²O⁵ de l'argon sec provenant d'un petit gazomètre à mercure. La nacelle est alors chauffée au rouge (800°) pendant deux heures. L'argon se dilatant sous l'action de la chaleur est maintenu à la pression atmosphérique en renvoyant l'excès de gaz dans le gazomètre.

L'opération terminée, on laisse refroidir, on enlève l'argon, puis on remplace par CO² sec.

La majeure partie de Li reste inaltérée, le chlorure analysé donne pour 100 grammes V(H) = 456^{cc},0.

$$\frac{1}{11,22} \frac{V(H)}{V(A)} = 0,500$$

$$V(A) = 827^{cc},0 \quad \text{Cl } \% 82,94.$$

On peut en conclure : 1° que la proportion de lithium dissoute à l'état de sous-chlorure est très faible, 4,56 au lieu de 201,9, ce qui fait environ 2,2 %; 2° qu'il y a de la lithine formée.

L'expérience renouvelée a fourni plusieurs fois des résultats du même ordre. On ne peut donc conclure à la formation de sous-chlorure de lithium.

Pour faire ces expériences il m'a fallu une certaine quantité d'argon; au lieu de retirer l'argon de l'azote atmosphérique, opération toujours assez pénible, j'ai songé à employer l'oxygène retiré de l'air liquide où M. Claude m'avait signalé dans l'azote résidu jusqu'à 13 % d'argon. L'analyse d'un échantillon d'oxygène retiré de l'air liquide par le procédé Claude m'a fourni les résultats suivants :

$$O = 97 \% \quad N 2,1 \% \quad AR 0,9.$$

Lorsqu'on a absorbé l'oxygène par un procédé quelconque, le cuivre par exemple, il reste un mélange d'azote et d'argon contenant environ 30 % d'argon. L'argon s'obtient pur ensuite en faisant passer au rouge ce résidu sur un mélange de chaux vive et de calcium en poudre qui est bien préférable au calcium pur que j'avais employé dans d'autres expériences.

La teneur en argon est plus forte que celle indiquée par M. Claude : cela tient probablement à ce qu'elle dépend de la plus ou moins grande richesse en azote du composé. En tout cas, l'argon est beaucoup plus facile à retirer de l'oxygène du procédé Claude que de l'air.

Nous avons essayé enfin de chauffer $\text{Li} + \text{LiCl}$ en vase clos au rouge en employant des creusets en acier fondu de 30 millimètres de diamètre intérieur et de 50 millimètres de hauteur fermé par un couvercle vissé formant joint.

Lorsqu'on chauffe cet appareil au rouge on constate que la fermeture n'est plus hermétique. Nous avons évité cette difficulté en plongeant l'appareil tout entier dans un bain de CaCl_2 fondu. Dans ces conditions les gaz ne peuvent plus pénétrer.

Nous avons fait dans cet appareil de nombreuses expériences, mais nous n'avons pu dissoudre dans LiCl la quantité de lithium correspondant au sous-chlorure. Voici d'ailleurs l'expérience qui a donné les meilleurs résultats :

Dans un creuset d'acier bien sec on place un mélange de 10 grammes de $\text{LiCl} + 2^{\text{e}},5$ de Li , on place le tout pendant quinze minutes dans un bain de CaCl_2 fondu maintenu à $980-1020^\circ$.

Lorsqu'on ouvre le creuset, on trouve que la majeure partie de Li n'a pas réagi.

$0^{\text{e}},6085$ ont donné $V(\text{H}) 0/760 = 13^{\text{e}},5 \text{ V}(\text{A}) = 1,15$,
on en conclut H en molécule $0,1977$,
pour 100 grammes A en molécule $0,1890$.

Ce résultat montre que A étant sensiblement égal à H on a dans le mélange soit du sous-chlorure, dont la proportion serait dans 100 grammes égale à $0,1890 \times 49,51 = 9,35$, soit, comme nous l'avons dit, un mélange de $\text{Li}_2\text{O} + \text{LiH}$.

Si l'on emploie dans l'expérience précédente une quantité de lithium moins grande, on constate que la proportion de lithium dissoute est encore plus petite et que l'on obtient de 2 à 3 % de Li_2Cl au plus.

Ces expériences montrent en résumé qu'on ne peut préparer le sous-chlorure de lithium pur par la fusion de $\text{Li} + \text{LiCl}$; elles prouvent de plus que, s'il existe, ce composé ne semble se produire qu'en très faible proportion, car la formation et la dissolution d'hydruure de lithium dans le chlorure fondu peuvent facilement donner naissance à des produits de composition voisine de

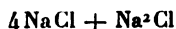
celle du sous-chlorure et être confondu avec lui lorsqu'il n'y en a qu'une faible proportion.

Il est probable que lorsqu'on ne prend pas des précautions extrêmes pour éviter l'humidité, l'eau peut réagir sur le lithium comme nous l'avons déjà indiqué, et ce mélange peut être confondu par ses propriétés avec le sous-chlorure, car l'analyse quantitative n'arrive pas à décider d'une façon absolue la vraie composition. Nous en avons donné un exemple au commencement de ce mémoire.

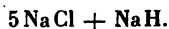
Nous avons, M. Henry Bassett junior et moi, trouvé des résultats du même ordre dans l'étude de l'action du calcium sur ses sels halogénés (*).

Cette formation d'hydrure se dissolvant dans le chlorure fondu correspondant pourrait expliquer une ancienne expérience de Rose et celles que j'ai citées au congrès de chimie de Berlin de 1903.

En chauffant $\text{Na} + \text{NaCl}$ dans un courant d'hydrogène, on obtient une dissolution partielle du sodium dans le chlorure, variable avec les conditions de l'expérience, mais sans pouvoir dépasser la proportion de 8 %, ce qui correspondrait à un mélange de



ou



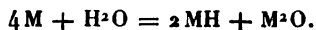
Le résultat de Bunsen, qui ne put obtenir le rubidium par électrolyse du chlorure en employant une cathode recouverte par une cloche pleine d'hydrogène, peut s'interpréter également en admettant la formation d'un hydrure au lieu de sous-chlorure admis par Bunsen.

La dissociation de l'hydrure dissous dans le chlorure, dans certaines conditions, peut donner le métal finement divisé, et cela permet de concevoir la formation des colorations bleues des sous-sels de sodium et de potassium et qui seraient dues, comme semblent le montrer des expériences récentes, à de fines particules métalliques (*), les conditions de ces colorations étant réglées par les tensions de dissociation des hydrures formés.

1. GUNTZ et H. BASSETT junior, *B. Soc. chimique*, 1906, t. XXXV, p. 403.

2. LOTHAR WOHLER et H. KASARNOWSKI, *Z. Anorg. Chemie*, 1905, t. XLVII, p. 353.

D'ailleurs, cette formation d'hydrure peut se présenter dans une électrolyse quelconque lorsque à la cathode le métal rencontre de l'eau libre ou combinée.



Ces deux résultants, $2MH + M_2O$, se dissolvant dans le chlorure, donnent des produits dont les propriétés sont tout à fait semblables à celles attribuées aux sous-chlorures.

C'est ainsi que si, comme je l'ai vérifié, à du chlorure de lithium fondu on ajoute un oxyde hydraté comme la lithine, il y a production à la cathode, lorsque la densité de courant est convenable, d'hydrure de lithium solide.

La formation d'hydrure se dissolvant dans le bain fondu de soude ou de potasse qu'on électrolyse pourrait expliquer également les perturbations qu'on constate dans ces expériences.

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1906

N. B. — Il n'est pas envoyé d'accusés de réception; la liste des ouvrages reçus, rédigée avec soin, en tient lieu

I — Publications périodiques

- ACIREALE.** — Atti e rendiconti dell' Accademia di scienze, lettere ed arti degli zelanti. Vol. IV, 1904-1905.
- AMIENS.** — Bulletin de la Société linnéenne du Nord de la France. T. XVII, 1904-1905.
— Mémoires. 1903-1904, t. XI.
— Bulletin de la Société industrielle. 1905, t. XLIII, nos 1 à 6; 1906, t. XLIV, nos 1 à 3.
- AMSTERDAM.** — Koninklijke Akademie der Wetenschappen. Verslagen en Mededeelingen : D. XIV, 1, 2.
— Proceedings... vol. VIII, 1, 2.
— 1^{re} sect., D. II, 2-4.
— 2^e sect., D. I, 1-10; D. II, 1-2; D. III, 1-14; D. IV, 1-9; D. XII, 3-4.
- ANGERS.** — Bulletin de la Société d'études scientifiques. T. XXXV, 1905.
— Bulletin de la Société industrielle et agricole. Fasc. 12, 1904.
- ANN ARBOR.** — University of Michigan. Annual report. 1905.
- ARCACHEON.** — Société scientifique. T. VIII, 1904-1905.
- AUTUN.** — Bulletin de la Société des sciences naturelles. 1905, 18^e Bulletin.
- BALE.** — Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. B. XVIII, H. 2-3.
- BATAVIA.** — Koninklijke natuurskundige vereeniging in Nederl.-Indië. D. LXV.
- BELFORT.** — Société belfortaine d'émulation. 1906.
- BERGEN.** — Museum Aarbog. 1905, 3; 1906, 1, 2.
— Aarsberetning. 1905.
— An Account. Vol. V, nos 11 à 16.
- BERLIN.** — Sitzungsberichte der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften. 1905, 39-53; 1906, 1-38.
- BERNE.** — Actes de la Société helvétique des sciences naturelles. 1904, 87^e session; 1905, 88^e session; 1906, 89^e session.
— Comptes rendus, 1904, 1905, 1906.
- BESANÇON.** — Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. 1905, 1.
- BÉZIERS.** — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. 1904.
- BONN.** — Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. 1905, 2; 1906, 1.

- BONN. — Sitzungsberichte... 1905, 2; 1906, 1.
- BORDEAUX. — Actes de la Société linnéenne. 6^e série, t. X.
 — Société des sciences physiques et naturelles. Table 1850-1900.
 — Procès-verbaux. 1904-1905; 1905-1906.
 — Cinquantenaire de la Société. 15-16 janvier 1906.
 — Observations pluviométriques. 1904-1905; 1905-1906.
- BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences.
 T. XLJ, 14-35; t. XLII, 1-12.
- BOURG. — Annales de la Société d'émulation et d'agriculture. 1905, 4; 1906, 1, 2, 3.
 — Bulletin de la Société des naturalistes de l'Ain. 1906, 1, 2.
- BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1905, 83 J.
- BRUNN. — Verhandlungen des naturforschenden Vereins. XLIII, 1904.
 — Bericht der meteorologischen..., 1903.
- BRUXELLES. — Bulletin (classe des sciences) de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. 1905, 9-12; 1906, 1-8.
 — Mémoires in-8. 2^e série, t. I, n^{os} 4, 5.
 — Annuaire. 1906.
 — Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. T. XLII, 1904-1905, fasc. 3.
- BUENOS-AIRES. — Anales del Museo nacional. T. V.
- CAEN. — Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 5^e série, 1905, vol. IX.
- CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude. T. XVI, 1905; t. XVII, 1906.
- CARLSRUHE. — Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins. 1905-1906.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire. T. XI, n^{os} 7 à 12; t. XII, n^{os} 1 à 8.
- CHICAGO. — Field Museum of Natural history : Publications, vol. III, n^o 7; géologie, vol. II, n^{os} 7, 8, 9; vol. III, n^{os} 2, 3, 4; zoologie, vol. VI, vol. VII, n^{os} 1, 2, 3.
- CINCINNATI. — Bulletin of the Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica. Index. Vol. I, 1898-1905.
 — Mycological notes..., n^{os} 19, 20, 21, 22, 23.
- COIRE. — Jahresberichte der naturforschenden Gesellschaft. XLVIII. B.
- COLUMBUS. — Journal de Mycologie de l'Université, n^{os} 80 à 83, 86, 87.
 — The Ohio Naturalist, Vol. VI, n^{os} 3 à 7; vol. VII, n^{os} 1, 2.
- COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskaberne Selskab. Oversigt. 1905, VI; 1906, I, II, III, IV, V.
 — Mémoires. 7^e série, t. I, n^{os} 4, 5, 6; t. II, n^{os} 5, 6; t. III, n^o 1.
- CRACOVIE. — Bulletin international de l'Académie des sciences :
 — Sciences mathématiques et naturelles. 1905, n^{os} 8-10; 1906, n^{os} 1-3.
 — Philologie, histoire et philosophie. 1905, n^{os} 8-10; 1906, n^{os} 1-3.
 — Catalogue. T. V, n^{os} 1-4.
- DANZIG. — Schriften der naturforschenden Gesellschaft. B. XI, 4.
- ÉPINAL. — Annales de la Société d'émulation des Vosges. 1906.
- ÉVREUX. — Recueil de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure. T. III, 1905.

- FLORENCE. — « Redia » R. Stazione di entomologia agraria. Vol. II, 1904, fasc. 2; vol. III, 1905, fasc. 1.
- FRANCFORT-SUR-ODER. — Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen. T. XXIII, 1906.
- FRAUENFELD. — Mitteilungen der Thurgauischen naturforschenden Gesellschaft. XVII H.
- FRIBOURG. — Berichte der naturforschenden Gesellschaft. B. XVI.
- GÈNES. — Atti della Società ligustica di scienze naturali geografiche. Vol. XVI, nos 3, 4; vol. XVII, nos 1, 2.
- GENÈVE. — Annuaire du Conservatoire et du jardin botanique de Genève. 9^e année.
- GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Medizinische Abt. B. I, 1906.
- GERALITZ. — Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. XXV. B. 1.
- GRANVILLE (Ohio). — Bulletin of the Denison Scientific Association. Vol. XIII, nos 2, 3.
- GRATZ. — Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark. 1905.
- GRAY. — Bulletin de la Société grayloise d'émulation. T. VIII, 1905.
- HALIFAX. — Nova Scotian Institute of natural Science. Vol. XI, p. 2.
- HAMBOURG-JOHANNEUM. — Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins. XIII, 1905.
- HARLEM. — Société hollandaise des sciences. T. XI, nos 1-5.
- HAVRE (Lb). — Bulletin de la Société géologique de Normandie. T. XXV, 1905.
- HELSINGFORS. — Meddelanden of geografiska foreningen i Finland. 1904-1906, 7.
- Sällskapet pro Faunä et Florä fennicä :
Acta Societatis in-4. 25-1; 28, 29, 30, 31, 32.
Meddelanden... T. XXVIII, 1901-1902 à t. XXXII, 1905-1906.
Acta Societatis in-8. T. XXIII, 1901-1902; t. XXV, 1903-1904;
t. XXVII et XXVIII, 1905-1906.
- Vetenskaps-Societetens af Finska :
Overtigt... XLVII, 1904-1905.
Bidrag... Nos 61, 62. 63.
Observations météorologiques de la Finlande. 1895-1896.
- KANSAS. — Bulletin of the University of Kansas. Vol. III, nos 1-10.
- KIEF. — Mémoires de la Société des naturalistes. T. XX, no 1.
- LANGRES. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de la Haute-Marne. Nos 8 à 12.
- LAUSANNE. — Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. Nos 154, 155, 156. 1906.
- LEIPZIG. — Berichte der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1905, V-VI; 1906, I-V.
- Abhandlungen... B. XXIX, 5-8.
- Mitteilungen des Vereins für Erdkunde. 1905.
- Catalogue de la bibliothèque. 1903, 1-2.
- LEVALLOIS-PERRET. — Annales de l'Association des Naturalistes. 1905, 11^e année.
- Bulletin... 1906, nos 1, 2, 3.
- LIEGE. — Annales de la Société géologique de Belgique. T. XXXII, 1906.

- LILLE. — Annales de la Société géologique du Nord de la France. T. XXXIV, 1905.
- LIVERPOOL. — Proceedings of the Liverpool biological Society. Vol. XX, 1905-1906.
- LOUVAIN. — Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1905-1906, 1, 2, 3, 4.
— Revue des questions scientifiques. T. IX, 1, 2, 3, 4.
- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg. Archives trimestrielles. 1906, 1-2.
— Société botanique. T. XVI, 1902-1903.
— « Fauna » Verein Luxemburger Naturfreunde. 1905.
- LYON. — Actes de la Société linnéenne. 1905, 52.
— Annales de la Société botanique. 1905, 30.
- MACON. — Bulletin trimestriel de la Société d'histoire naturelle. 1896, nos 1, 2, 3; 1905, nos 18, 19, 20.
- MANCHESTER. — Memoirs of the literary and philosophical Society. Vol. 50, p. 2, 3.
- MANILLE. — Ethnological Survey for the Philippine Islands. Vol. II, p. 2, 3; vol. IV, p. 1.
- MARSEILLE. — Annales de la Faculté des sciences. T. XV.
— Bulletin de la Société scientifique industrielle. 1905, 1-4.
- METZ. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 24^e cahier.
- MEXICO. — Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique central. 1902, nos 8, 10, 11; 1905-1906, décembre, janvier, février.
— Institut géologique... N^o 21.
— Paregones... T. I, nos 9, 10.
— Memorias de la Sociedad científica « Antonio Alzate ». T. XXI, 9-12; t. XXII, 1-6; t. XXIII, 1-4.
- MONTAUBAN. — Recueil de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne. T. XXI, 1905.
- MONTBÉLIARD. — Mémoires de la Société d'émulation. 33^e volume.
- MONTEVIDEO. — Anales del Museo nacional. Flora Urugaya. T. III, 1.
— Section historique philosophique. T. II, 1, 2.
- MOSCOU. — Bulletin de la Société impériale des naturalistes. 1905, 1, 2, 3.
- MUNICH. — Mitteilungen der Baierischen botanischen Gesellschaft. Nos 39, 40; B. II, 1, 2.
- NANTES. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. T. V, fasc. 4; t. VI, fasc. 1, 2, 3.
- NAPLES. — Atti della Reale Accademia di scienze morali e politiche. 36^e vol., 1905.
— Conti Rendi... 1905.
— Bulletin de la Société des naturalistes. T. XIX.
— Annali di Neurologia. Anno XXIII, nos 4, 5, 6; anno XXIV, nos 1, 2, 3, 4.
- NEUCHÂTEL. — Bulletin de la Société des sciences naturelles. 1902-1903, 1903-1904.
— Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie. T. XVI, 1905.

- NEW-YORK. — Transactions of the Academy of sciences. Vol. XVI, 3.
 — Memoirs... Vol. II, 4.
 — New-York public library. 1906.
- NÎMES. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. 1905, T. XXXIII.
- NIORT. — Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres. 1905, 17^e Bulletin.
- OBERLIN (Ohio). — The Wilson Bulletin, a Quaterly Journal of ornithology. Vol. XII, 4; tables; vol. XIII, 1, 2, 3.
- PARIS. — Bulletin du laboratoire d'essais du Conservatoire national des arts et métiers. T. I, fasc. 6-9.
 — Association française pour l'avancement des sciences. 34^e session. Cherbourg.
 — Bulletin mensuel, N^o 10.
 — Nouvelle série. 1906, 1, 2, 3, 4.
 — Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes (section des sciences). 1904; 1905.
 — Feuille des jeunes naturalistes. Nos 424 à 435.
- PERPIGNAN. — Mémoires de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. 1906, 47^e volume.
- PHILADELPHIE. — Proceedings of the Academy of natural sciences. Vol. LVI, 3; vol. LVII, 1, 2, 3; vol. LVIII, 1.
 — Mémoires... Vol. XIII, p. 1, 2.
- PISE. — Atti della Società toscana di scienze naturali in Pisa. Vol. XXI.
 — Processi-verbali... Vol. XIV, p. 179-227; vol. XV, p. 1-5; vol. XVI, p. 1-18.
- PORTO. — Annaes scientificos da Academia Polytechnica. 1905, vol. I, nos 2, 3, 4.
- PRAGUE. — Sitzungsberichte der königlich-böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1884-1904; 1905.
 — Acta Societatis entomologicae Bohemicae. 1906, 2, 3.
- PRESBOURG. — Verhandlungen des Vereins für Natur- und Heilkunde. 1904; 1905.
- REIMS. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. T. XIV, nos 3, 4.
- RIO-DE-JANEIRO. — Bulletin mensuel de l'Observatoire astronomique et météorologique. 1905, 4-12.
 — Bulletin semestriel du ministère de la marine. Vol. VI, nos 7-12.
 — Bulletin mensuel... Anno IX, n^o 15.
- ROCHESTER. — Academy of Sciences. Vol. IV, p. 149-344.
- ROME. — Atti della reale dei Lincei. Vol. XV, 1^{er} et 2^e semestres, nos 1-12.
 — Dell' Adunanza solenne. 1906.
- ROUEN. — Bulletin de la Société des Amis des sciences naturelles. 1904, 1, 2.
- SAINT-DIÉ. — Bulletin de la Société philomathique vosgienne. 1905-1906.
- SAINT-GALL. — Sankt-Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft. 1904.
- SAINT-PÉTERSBOURG. — Mémoires de l'Académie impériale des sciences. T. XVI, nos 11, 12; t. XVII, nos 1-6.

- SAINT-PÉTERSBOURG. — Bulletin... T. XVII, n° 5; t. XVIII, XIX, XX, XXI.
 — Archives des sciences biologiques. T. XI, nos 4, 5; t. XII, nos 1, 2, 3.
- SASSARI. — Studi Sassari. Anno IV. S. II, fasc. 1, 2, 3.
- STOCKHOLM. — Kongliga Svenska Vetenskaps Akademien. T. XXXIX, 6.
 — Kongliga Svenska... T. XL, 1, 2, 3, 5; t. XLI, 1, 2, 3, 5.
 — Arsbok... 1905.
 — Prix Nobel... 1900; 1901; 1902; 1903.
 — Arkiv för Botanik. B. V, 1-4; B. VI, 1-2.
 — — Kemi, Mineralogi och Geologi. B. II, 2, 3.
 — — Matematik. B. II, 3-4; B. III, 1.
 — — Zoologi. B. II, 4; B. III, 1, 2.
 — Meddelanden... B. I, 2-5.
- TOLUCA. — Bulletin météorologique de l'État de Mexico. T. IX, nos 96 à 112.
- TOULOUSE. — Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. 10^e série, t. V.
 — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1906, 1; table 1900-1905.
 — Bulletin de la Station de pisciculture. 1906, 3, 4.
 — Bulletin de l'Université. Nos 18, 19.
 — Rapport annuel des travaux des Facultés. 1904-1905.
- TOURS. — Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire. 1905, t. LXXXV.
- TROITZNOSSOWSK-KIACHTA. — Relation de la Société impériale russe de géographie. T. VII, n° 3.
- UPSAL. — Nova acta Regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis. Série IV, vol. I, 4.
- URBANA. — State laboratory of natural history. Vol. VII, n° 5.
- VIENNE. — Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. T. LXXVII, 1905; t. LXXVIII, 1906.
 — Almanach... 1904; 1905.
 — Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften :
 Mathematik. CXIII, 1-10; CXIV, 1-10.
 Mineralogie. CXIII, 1-10; CXIV, 1-10.
 Physiologie. CXIII, 1-10; CXIV, 1-10.
 Chemie. CXIII, 1-10; CXIV, 1-10.
 — Verhandlungen der kaiserl.-königl. zoologischen und botanischen Gesellschaft in Wien. B. 53, 54, 55.
 — Annalen des kaiserl.-königl. naturhistorischen Hofmuseums. T. XIX, 1-4; t. XX, 1-3.
 — Erdbeben Commission... XXVIII, XXIX, XXX.
- WASHINGTON. — Smithsonian Institution. 1904, 1, 2.
 — Bureau of Ethnology :
 Bulletin... 28, 29, 32.
 Annual report... 1901-1902.
- WASHINGTON. — Experiment station record (secretary of agriculture). Vol. XVII, 4-12; vol. XVIII, 1-3. Publications. 49, 52.
- WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde. J. LIX.

WINTERTHUR. — Mitteilungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft. H. VI, 1905-1906.

ZÜRICH. — Naturforschende Gesellschaft. 1905, III, IV ; 1906, I.

II — Mémoires originaux

APPELLÖF (Dr A.). — Meersfauna von Bergen. Bergen, 1906, 1 vol. in-8.

Atti del Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. Serie Sesta, 1904. Napoli, 1905, 1 vol. in-folio cart.

Caisse des recherches scientifiques. Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en 1905. Melun, 1906, 1 vol. in-4.

CARRIÈRE (abbé Z.). — Sur les déformations de l'alliage eutectique plomb-étain et les métaux visqueux (thèse). Toulouse, 1906, 1 vol. in-4.

CHASSIGNOL (Étienne). — Note sur un gui de chêne et un gui de noisetier trouvés à la forêt commune de Pouilloux (Saône-et-Loire). Autun, 1 br. in-8.

Détermination de la latitude et d'un azimut Oirschot, Utrecht, Sambeck, Wolberg, Harikerberg, Sleen, Schoorl, Zierikzée, Terschelling (phare Brandaris). Ameland, Leeuwarden, Urk et Groningue. Delft, 1904, 1 vol. in-4 cart.

DROUET (J.). — Catalogue de la bibliothèque de la Société lorraine de photographie. Nancy, 1906, 1 vol. in-8.

GRAND'EURY. — Sur les graines de *Sphenopteris*, sur l'attribution des *Codonospermum* et sur l'extrême variété des « graines de fougères ». Paris, 1905, 1 plaq. in-4.

GRAND'EURY. — Sur les inflorescences des fougères à graines du culm et du terrain houiller. Paris, 1906, 1 plaq. in-4.

GRAND'EURY. — Sur les graines et inflorescences des *Golepteris* Br. Paris, 1906, 1 plaq. in-4.

GRAND'EURY. — Sur les mutations de quelques plantes fossiles du terrain houiller. Paris, 1906, 1 plaq. in-4.

GRÉLOT (P.). — Sur la dissimulation de l'iode en présence de matières sucrées. Paris, 1906, 1 plaq. in-8.

GRÉLOT (P.). — Sur la falsification des pâtes dites boules de gomme. Paris, 1906, 1 plaq. in-8.

IDRAC (Louis). — Le diagnostic clinique de la paralysie générale juvénile (thèse de doctorat). Toulouse, 1906, 1 vol. in-8.

KOSTLIVY (Stanislas). — Untersuchungen über die klimatischen Verhältnisse von Beirut, Syrien. Prag. 1905, 1 vol. in-8.

MARX (F. A.). — L'éther, principe universel des forces. 3 vol. in-folio.

NICKLÈS (R.). — V. de Lespinats. Nécrologie. Paris, 1906, 1 plaq. in-8.

— Sur la découverte de la houille à Abaucourt (Meurthe-et-Moselle). Paris, 1905, 1 br. in-4.

Notice sur la vie et les travaux de F. A. Marx, inspecteur général des ponts et chaussées. 1822-1903. Paris, 1 br. in-8.

VERBECK (R. D. M.). — Description géologique de l'île d'Ambon (texte et atlas). Batavia, 1905. 2 vol. in-8 et in-folio cartonné.

SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

Sociétés françaises

- AMIENS. — Société linnéenne du nord de la France.
— Société industrielle.
- ANGERS. — Société d'études scientifiques.
— Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
- ARCACHON. — Société scientifique.
- AUTUN. — Société des sciences naturelles.
- BELFORT. — Société belfortaine d'émulation.
- BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.
— Société d'histoire naturelle du Doubs.
- BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles.
- BORDEAUX. — Société linnéenne.
— Société des sciences physiques et naturelles.
- BOURG. — Société d'émulation et d'agriculture.
— Société des naturalistes de l'Ain.
- CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres.
— Société linnéenne de Normandie.
- CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire.
- CHARLEVILLE. — Société d'histoire naturelle des Ardennes.
- CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles.
- ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
- ÉVREUX. — Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure.
- GRAY. — Société grayloise d'émulation.
- GUÉRET. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
- HAVRE (Le). — Société géologique de Normandie.
- LANGRES. — Société des sciences naturelles de la Haute-Marne.
- LEVALLOIS-PERRET. — Association des naturalistes.
- LILLE. — Société géologique du Nord.
- LYON. — Société linnéenne (Palais des Arts, place des Terraux).
— Société botanique.
- MACON. — Société d'histoire naturelle.
- MARSEILLE. — Société scientifique industrielle.
— Annales de la Faculté des sciences.

- MONTAUBAN. — Académie des sciences, lettres et arts de Tarn-et-Garonne.
 MONTBÉLIARD. — Société d'émulation.
 MONTPELLIER. — Académie des sciences et lettres (Section des sciences).
 NANCY. — Académie de Stanislas.
 — Société de médecine.
 — Société de géographie de l'Est.
 — Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
 — Société lorraine de photographie.
 — Société industrielle de l'Est.
 NANTES. — Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.
 NÎMES. — Société d'études des sciences naturelles.
 NIORT. — Société botanique des Deux-Sèvres.
 PARIS. — Académie des sciences. (A l'Institut, 23, quai de Conti.)
 — Association française pour l'avancement des sciences. (28, r. Serpente.)
 — Comité ornithologique international. (61, rue Cuvier.)
 — Laboratoire d'essais du Conservatoire des arts et métiers. (292, rue Saint-Martin.)
 — La Feuille des Jeunes Naturalistes. (35, rue Pierre-Charron.)
 — Muséum d'histoire naturelle. (Jardin des plantes, rue Cuvier.)
 — Bibliothèque universitaire de la Sorbonne. (A la Sorbonne.)
 PERPIGNAN. — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
 REIMS. — Société d'étude des sciences naturelles.
 ROUEN. — Société des Amis des sciences naturelles.
 SAINT-DIÉ. — Société philomathique vosgienne.
 TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.
 — Université.
 — Société d'histoire naturelle.
 TOURS. — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.
 VERDUN. — Société philomathique de Verdun.
 VERSAILLES. — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.
 VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts.

Sociétés étrangères

- ACIREALE. — Accademia di scienze, lettere ed arti degli zelanti.
 ALBUQUERQUE. — University of New Mexico.
 AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).
 ANN ARBOR. — University of Michigan.
 BALE. — Naturforschende Gesellschaft.
 BATAVIA. — Koninklijke natuurkundige vereeniging in Nederl.-Indië.
 BERGEN. — Bergens museums Aarbog.
 BERLIN. — Königl.-Preussische Akademie der Wissenschaften.
 BERNE. — Naturforschende Gesellschaft.
 — Schweizerische naturforschende Gesellschaft.

BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

BOSTON (Massachusetts). — American Academy of Arts and Sciences.

BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.

BRUNN. — Naturforschender Verein.

BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.

— Société royale de botanique de Belgique.

BUCAREST. — Institut météorologique de Roumanie.

BUENOS-AIRES. — Museo nacional.

BUFFALO. — Society of natural sciences.

CARLSRUHE. — Naturwissenschaftlicher Verein.

CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

CHICAGO. — Field Museum of Natural History.

CINCINNATI. — Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica.

COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.

COLMAR. — Société d'histoire naturelle.

COLUMBUS (Ohio). — Journal de Mycologie de l'Université.

COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskabernes selskabs (Académie royale danoise des sciences).

COSTA-RICA. — Museo nacional de Costa-Rica.

CRACOVIE. — Académie des sciences.

DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft.

DAVENPORT. — Academy of natural sciences.

DORPAT. — Université.

FLORENCE. — R. Stazione di entomologia agraria.

FRANCFORT-SUR-ODER. — Naturwissenschaftlicher Verein.

FRAUENFELD. — Thurgauische naturforschende Gesellschaft.

FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade).

GÈNES. — Società ligustica di scienze naturali e geografiche.

GENÈVE. — Jardin botanique.

GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

GOERLITZ (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft.

GOTHEMBOURG. — Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles handlingar.

GRANVILLE (Ohio). — Denison scientific Association.

GRATZ. — Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.

HALIFAX. — Institute of natural science.

HAMBOURG-JOHANNEUM. — Wissenschaftlicher Verein.

HARLEM. — Société hollandaise des sciences.

HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).

— Sällskapets pro Faunä et Florä fennicä (Société pour la faune et la flore de la Finlande).

— Geografiska föreningen i Finland.

INSBRUCK. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.

- KANSAS. — Kansas university quaterly.
- KHARKOFF. — Société des sciences physico-chimiques (Université).
- KIEW. — Société des Naturalistes attachés à l'Université impériale de Saint-Wladimir, à Kiew.
- LAUSANNE. — Société vaudoise des sciences naturelles.
- LEIPZIG. — Königl. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.
— Verein für Erdkunde.
- LIÈGE. — Société géologique de Belgique.
— Société royale des sciences.
- LIVERPOOL. — Biological Society.
- LOUVAIN. — Société scientifique de Bruxelles. (11, rue des Récollets).
- LUCERNE. — Naturforschende Gesellschaft.
- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).
— « Fauna », Verein für Luxemburger Naturfreunde.
— Société botanique.
- MADISON. — Wisconsin Academy of sciences, arts and letters.
- MALAGA. — Sociedad de ciencias físicas y naturales.
- MANCHESTER. — Litterary and philosophical Society.
- MANILLE. — Ethnological Survey for the philippines Islands.
- METZ. — Société d'histoire naturelle.
- MEXICO. — Sociedad científica Antonio Alzate. (Palma, 13.)
— Observatoire météorologique de Tacubaya.
- MONTEVIDEO. — Museo nacional.
- MOSCOU. — Société impériale des naturalistes.
- MUNICH. — Bayerische botanische Gesellschaft.
- MUNSTER. — Westfälischer Provinzial Verein für Wissenschaft und Kunst.
- NAPLES. — Accademia reale di scienze morali e politiche.
— Società di naturalisti.
— Annali di Neurologia.
- NEUCHÂTEL. — Société des sciences naturelles (Suisse).
— Société neuchâteloise de géographie.
- NEW-YORK. — Academy of sciences.
— New-York public library.
- OBERLIN (Ohio). — The quaterly journal of ornithology.
- OFFENBACH. — Verein für Naturkunde in Offenbach am Main.
- OSNABRUCK. — Wissenschaftlicher Verein.
- PHILADELPHIE. — Academy of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
- PISE. — Società toscana di scienze naturali.
- PORTICI. — Annali della Regia scuola superiori di agricoltura.
- PORTO. — Academia polytechnica.
- PRAGUE. — Königl. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.
— Societas entomologica Bohemiæ.
- PRESBOURG. — Verein für Natur- und Heilkunde.
- RIO-DE-JANEIRO. — Observatoire astronomique et météorologique.
— Museo Nacional.
- ROME. — Accademia reale dei Lincei.

SAINT-GALL. — Sankt-Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.

SAINT-LOUIS (Missouri). — Academy of sciences.

— Missouri botanical Garden.

SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie impériale des sciences.

— Comité géologique (Institut des Mines).

— Institut de médecine expérimentale.

SAN-FRANCISCO. — Academy of sciences of California.

SASSARI. — Studi Sassari.

SION (Suisse). — Société Murithienne du Valais.

STOCKHOLM. — Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens (Académie royale suédoise des sciences).

TOLUCA (Mexique). — Service météorologique de l'État de Mexico.

TROÏTNOSSOWSK-KIACHTA. — Société impériale russe de géographie (Sibérie occidentale).

UPSAL. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.

URBANA (Illinois). — State laboratory of natural history.

VIENNE. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abt.).

— Kaiserl.-Königl. naturhistorisches Hofmuseum.

— Kaiserl.-Königl. zoologische und botanische Gesellschaft.

WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.

— Bureau of Ethnology.

— Experiment station record (secretary of agriculture).

WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde.

WINTERTHUR. — Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

ZAGRA. — Societas historico-naturalis croatica.

ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft.

TABLE DES MATIÈRES

ANNÉE 1906 — SÉRIE III, TOME VII, FASCICULES I, II, III

	Pages
Bureau et conseil d'administration.	v
Liste des membres de la Société.	v

I — PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES	xi
--	----

II — MÉMOIRES ORIGINAUX

Un organe globuligène chez les Stomatopodes. Note préliminaire, par M. L. BRUNTZ.	1
Flore du vieux hêtre de Parigoutte, par le Dr PAGUY	4
Dessins représentatifs sur os de la station préhistorique de Sierentz (Haute-Alsace), par M. Mathieu MIEG	9
Sur quelques nouveautés de la flore lorraine, par M. PETITMENGIN. . .	17
Les repeuplements en Écrevisses, par M. DE DROUIN DE BOUVILLE . . .	28
L'été de la Saint-Martin à Nancy, par C. MILLOT	135
Flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté, par P. FLICHE. .	68
Note sur la détermination du courant qui a amené les éléments d'un conglomérat, par E. NOËL	143
A propos des <i>Isatis Djurdjuræ</i> Coss. et Dur. et <i>I. Alpina</i> Will. (All.), par M. PETITMENGIN	159
Étude des champignons récoltés en Asie Mineure (1904), par René MAIRE	165
L'Hylésine polygraphe et les épiceas de Lorraine, par M. E. HENRY. .	189
La forêt accumulatrice d'azote, par M. E. HENRY	197
Contributions à la flore de Lorraine et des Vosges, par M. E. PETIT- MENGIN	212
Dessins représentatifs sur os de la station préhistorique de Sierentz (Haute-Alsace), par M. Mathieu MIEG. Réponse à M. Marcellin Boule. .	215

	Pages
Sur l'existence de <i>Psiloceras planorbe</i> dans la région de Vitrey (Haute-Marne), par René NICKLÈS	218
Sur la préparation du baryum, par M. A. GUNTZ	222
Sur la dissolution de l'hydruure de lithium dans le chlorure de lithium fondu, par M. A. GUNTZ	234
Nécrologie	133
Ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1906.	243
Sociétés correspondantes.	250

— 21 —

1894
1895
BULLETIN DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BULLETIN DES SÉANCES
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES
DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série III. — Tome VIII. — Fascicules I à III
8^e ANNÉE. — JANVIER-DÉCEMBRE 1907

BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}, ÉDITEURS

PARIS	NANCY
5, RUE DES BEAUX-ARTS, 5	18, RUE DES GLACIS, 18

1907

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

Pendant l'année 1907

	MM.
	IMBEAUX.
	LOPPINET.
	MILLOT.
	GRÉLOT.
	PETITMENGIN.
	BRUNOTTE.
BUREAU {	Président,
	Vice-Président,
	Secrétaire général,
	Secrétaire général adjoint,
	Secrétaire annuel,
	Trésorier,
Administrateurs	{
	FLICHE.
	N...
	CHARPENTIER.

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 31 décembre 1907

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ

1. D^r GROSS O *, doyen de la Faculté de médecine.
16 décembre 1868.
2. D^r BERNHEIM *, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
3. D^r FRIANT, professeur honoraire de la Faculté des sciences.
19 janvier 1874.

4. FLICHE *, correspondant de l'Institut, professeur honoraire de l'École forestière. 20 avril 1874.
5. LE MONNIER *, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
6. D^r CHARPENTIER *, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
7. GODFRIN, directeur de l'École supérieure de pharmacie. 24 novembre 1879.
8. FLOQUET *, doyen de la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
9. ARTH *, professeur à la Faculté des sciences, directeur de l'Institut chimique. 19 janvier 1880.
10. DUMONT, docteur en droit, bibliothécaire en chef de la Bibliothèque universitaire. 16 janvier 1881.
11. ANDRÉ, architecte. 1^{er} mars 1882.
12. BLONDLOT O *, correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
13. HENRY, professeur à l'École forestière. 1^{er} décembre 1882.
14. D^r VUILLEMIN, professeur à la Faculté de médecine. 1^{er} décembre 1882.
15. HASSE, professeur honoraire de l'École normale d'instituteurs. 1^{er} mars 1883.
16. MILLOT, ancien lieutenant de vaisseau, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 17 mai 1883.
17. A. DE METZ-NOBLAT *, homme de lettres. 3 juillet 1883.
18. KLOBB, profess. à l'École supér. de pharmacie. 15 février 1884.
19. BRUNOTTE, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 15 février 1884.
20. Abbé CHEVALIER, licencié ès sciences, ancien professeur à l'École Saint-Sigisbert. 1^{er} décembre 1884.
21. RISTON, docteur en droit. 16 janvier 1885.
22. BERTIN, rentier. 16 janvier 1885.
23. GUNTZ *, professeur à la Faculté des sciences. 16 janvier 1885.
24. MONAL, pharmacien, ancien chef des travaux chimiques à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1887.
25. MER, ancien inspecteur des forêts. 16 mai 1887.
26. D^r KNOEFFLER, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 20 février 1888.
27. Abbé HARMAND, ancien professeur au Collège de la Malgrange. 16 juin 1888.
28. WÆFLIN, ancien capitaine du génie. 14 janvier 1889.
29. DE SCHAUBENBOURG, avocat à la Cour d'appel. 14 janvier 1889.
30. MULLER, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
31. GUYOT, maître de conférences à la Faculté des sciences. 3 février 1890.
32. MINGUIN, professeur à la Faculté des sciences. 3 février 1890.

33. DOREZ, pharmacien de 1^{re} classe. 3 février 1890.
34. IMBEAUX *, ingénieur en chef des ponts et chaussées, docteur en médecine. 1^{er} mai 1892.
35. NICKLÈS, professeur à la Faculté des sciences. 20 juillet 1893.
36. JOLYET, professeur à l'École forestière. 15 mars 1894.
37. GRÉLOT, professeur à l'École supér. de pharmacie. 1^{er} mars 1895.
38. NOËL, industriel à Liverdun. 16 mars 1896.
39. BEAUPRÉ (le comte J.), archéologue. 16 mars 1896.
40. MICHAUT *, ingénieur des ponts et chaussées. 1^{er} février 1897.
41. GUYOT *, dir. de l'École nat. des Eaux et Forêts. 16 janvier 1899.
42. MAIRE, docteur ès sciences, chef des travaux de botanique à la Faculté des sciences. 2 février 1899.
43. DE BOUVILLE, inspecteur adjoint, attaché à la Station d'expériences de l'École nationale des Eaux et Forêts. 1^{er} décembre 1899.
44. GRAND'EURY *, membre correspondant de l'Institut, professeur honoraire de l'École des mines de Saint-Étienne. 1^{er} février 1900.
45. Abbé BOULANGER, licencié ès lettres et en théologie, curé de Varangéville. 1^{er} mars 1900.
46. MÉCHIN, licencié ès sciences physiques et naturelles, professeur au Lycée de Laval. 1^{er} mars 1900.
47. D^r MEYER, professeur à la Faculté de médecine. 1^{er} mars 1900.
48. CHEVALLIER, licencié ès sciences, chef des travaux de minéralogie à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1900.
49. Abbé URMÈS, licencié ès lettres et en histoire, directeur du Pensionnat Saint-Léopold. 1^{er} mars 1900.
50. FAVREL, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 1^{er} mai 1900.
51. GOURY, avocat, docteur en droit. 1^{er} juin 1900.
52. MATHIEU-MIEG, de Mulhouse. 2 février 1901.
53. GIRARDET, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 1^{er} mars 1901.
54. LOPPINET, ancien conservateur des Eaux et Forêts. 15 juin 1901.
55. MOLK, professeur à la Faculté des sciences. 2 décembre 1901.
56. JOLY, licencié ès sciences, chef des travaux de géologie à la Faculté des sciences. 15 mai 1902.
57. D^r GUÉRIN, professeur à l'École supérieure de pharmacie. 15 janvier 1903.
58. BRUNTZ, docteur ès sciences, chargé d'un cours à l'École supérieure de pharmacie. 15 janvier 1903.
59. PAGEL, docteur de l'Université de Nancy. 15 janvier 1903.
60. RABISCHONG, docteur de l'Université de Nancy. 15 janvier 1903.
61. GEORGE, inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, à Lunéville. 2 février 1903.

VIII BULLETIN DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

62. SCHMIDT, pharmacien à Saint-Dié. 16 février 1903.
63. CUIF, inspecteur adjoint, attaché à la station de recherches de l'École nationale des Eaux et Forêts. 1^{er} décembre 1903.
64. D^r PAQUY *, médecin-major de 1^{re} classe.
M. A. 15 décembre 1899 ; M. T. 31 décembre 1904.
65. PETITMENGIN, licencié ès sciences naturelles, préparateur à l'École supérieure de pharmacie. 15 mars 1905.
66. NOËL, ancien élève de l'École normale supérieure. 15 juin 1905.
67. GUTTON, professeur à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1906.
68. VOGT, professeur à la Faculté des sciences (1). 1^{er} mars 1906.
69. CARTAN, professeur à la Faculté des sciences. 1^{er} mars 1906.
70. ENGEL, préparateur à l'École supérieure de pharmacie. 1^{er} mars 1906.
71. NIEGER, géologue. 1^{er} décembre 1906.
72. HUFFEL, professeur à l'École forestière. 15 mai 1907.
73. COPPEY, professeur au Lycée. 15 juin 1907.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

- | | |
|--|----------------------------|
| DE GONNEVILLE *, chef d'escadrons de cavalerie. | 15 juin 1905. |
| GOUY DE BELLOCQ, ancien officier d'état-major. | 1 ^{er} mars 1886. |
| GRANDVAL, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Reims. | 1 ^{er} mars 1904. |
| LANG (B.), manufacturier à Nancy. | 16 mars 1880. |
| MARINGER O *, ancien maire de Nancy. | 1 ^{er} mars 1887. |
| DE MONTJOIE, propriétaire à Villers-lès-Nancy. | 2 mars 1888. |
| REEB, pharmacien à Strasbourg. | 1 ^{er} mars 1887. |
| VIARD (le baron P.), archéologue, à Nancy. | 2 juin 1899. |

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

- | | |
|---|---|
| D ^r BAGNÉRIS, ancien professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy, à Reims. | M. T. 15 janvier 1884 ; M. C. 14 janvier 1890. |
| BARDY, pharmacien de 1 ^{re} classe, à Saint-Dié. | 15 novembre 1880. |
| BARTET, conservateur des forêts, à Alençon. | M. T. 2 mars 1888 ;
M. C. février 1892. |
| BARTHÉLEMY, archéologue, à Paris. | M. T. 16 janvier 1888 ; M. C. 1 ^{er} janvier 1894. |

(1) Conformément à l'article 20 des statuts, M. Vogt, ayant versé une somme de 300 francs, est membre à vie.

- BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse. 18 mai 1874.
 BRILLOUIN, maître de conférences à l'École normale supérieure.
 M. T. 16 janvier 1881; M. C. 15 novembre 1882.
 D^r CHRISTIAN *, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton.
 M. T. 22 janvier 1877.
 D^r COLLIGNON, médecin-major de 1^{re} classe. M. T. 9 juin 1879;
 M. C. 15 novembre 1881.
 D^r ENGEL, professeur au Conservatoire des arts et métiers, à Paris.
 M. T. 5 mai 1875.
 FIESSINGER, docteur en médecine à Oyonnax (Ain). 1^{er} décembre 1881.
 D^r GUILLEMIN O *, ancien directeur du service de santé du 20^e corps,
 à Nancy. M. T. 1^{er} juillet 1887; M. C. 14 janvier 1889.
 GUIMARÃES (Rodolpho), officier du génie, à Lisbonne. 1^{er} février 1900.
 D^r HARO *, médecin principal en retraite, à Montpellier.
 M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.
 HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
 JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Port-
 bail (Manche). M. T. en 1877; M. C. 8 décembre 1879.
 KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.
 D^r KÖHLER, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.
 M. T. 2 février 1880; M. C. 2 décembre 1889.
 MAILLARD, chef du laboratoire de chimie biologique à la Faculté de mé-
 decine de Paris. M. T. 15 décembre 1899; M. C. 16 novembre 1903.
 MANGIN *, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 no-
 vembre 1879; M. C. 15 novembre 1881.
 MUNTZ, ingénieur des chemins de fer de l'Est, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
 D^r NICOLAS, professeur à la Faculté de médecine de Paris.
 M. T. 16 février 1887; M. C. 15 novembre 1907.
 PÉROT *, directeur du laboratoire d'essai au Conservatoire des arts et
 métiers, à Paris. M. T. 1^{er} juin 1886; M. C. 15 mai 1889.
 POINCARÉ C*, membre de l'Institut, inspecteur général de l'Instruction
 publique. 1^{er} juin 1891.
 REBER, pharmacien honoraire, à Genève. 1^{er} décembre 1899.
 RÖDERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.
 THOUVENIN, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Be-
 sançon. M. T. 1^{er} mars 1883; M. C. 15 décembre 1890.



PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

ANNÉE 1907

Séance du 15 janvier

Présidence de M. GUNTZ, président sortant.

Correspondance. — La Société des sciences est invitée à envoyer des délégués au septième Congrès zoologique international, qui se réunira du 19 au 23 août prochain à Boston (États-Unis). — Remerciements.

La Société a reçu avis du maintien, pour l'année 1907, de la subvention de 300 francs allouée par le conseil municipal. — Remerciements.

M. le Président présente les félicitations de la Société à M. le Dr Meyer, professeur de physiologie à la Faculté de médecine, pour le prix Montyon que lui a décerné l'Institut.

Renouvellement partiel du bureau. — Sont élus, pour 1907 : vice-président, M. Loppinet ; secrétaire annuel, M. Petitmengin ; membre du conseil d'administration, M. le Dr Schlagdenhauffen.

Compte rendu financier. — M. Brunotte, trésorier, expose l'état des finances de la Société, qui se résume dans les chiffres suivants :

Recettes de 1906.	7 463 ^f 05
Dépenses de 1906	5 351 85
En caisse le 15 janvier 1907.	<u>2 111^f20</u>

Les comptes sont approuvés et le Président remercie M. Brunotte de son dévouement aux intérêts de la Société.

M. Guntz invite M. Imbeaux, président pour l'année 1907, à prendre possession du fauteuil. M. Imbeaux remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence de ses travaux et donne la parole à M. Fliche.

COMMUNICATIONS

M. FLICHE : *Réponse de M. Mathieu-Mieg* (voir le procès-verbal de la séance du 1^{er} décembre 1906). La Société décide que cette réponse sera insérée dans le Bulletin de 1906.

La flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté, 3^e partie. — Paraîtra au Bulletin.

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

Séance du 1^{er} février

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

M. Loppinet remercie la Société de l'avoir nommé vice-président. Il exprime les félicitations de la Société au président, M. Imbeaux, nommé ingénieur en chef à Nancy.

Demande d'échange. — M. Méchin, professeur au lycée de Laval et notre collègue, demande à la Société de vouloir bien échanger son Bulletin avec celui de Mayenne-Sciences, à Laval. — Accordé.

COMMUNICATIONS

M. PETITMENGIN : *Sur deux primevères de Chine.* — Paraîtra dans le Bulletin.

M. HENRY : *Conservation des bois en œuvre, valeur comparée de divers antiseptiques* (1^{re} partie). — Paraîtra au Bulletin.

Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. Godfrin, Maire, Paquy, Wœlfelin et l'auteur.

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

Séance du 15 février

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

Correspondance. — Circulaire ministérielle informant la Société de la réunion du 45^e congrès des Sociétés savantes, à Montpellier, du 2 au 5 avril prochain.

COMMUNICATIONS

M. MAIRE : *Matériaux pour la flore et la géographie botanique de*

l'Orient. Étude des plantes vasculaires recueillies en Grèce, en 1904, par MM. E. de Haldácsy, Maire et Petitmengin. — Paraîtra au Bulletin.

M. HENRY : *Conservation des bois en œuvre, valeur comparée de divers antiseptiques* (2^e partie). — Paraîtra au Bulletin.

MM. André, Godfrin, Klobb, Mer et Vuillemin échangent quelques observations avec M. Henry.

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

Séance du 1^{er} mars

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

Correspondance. — La Société a reçu avis du décès de M. le D^r Nicolas Sokolov, géologue en chef du comité géologique de Russie. — Des condoléances ont été adressées.

La Société a reçu une invitation à envoyer des délégués à Bologne pour assister à la cérémonie du tricentenaire de la mort du célèbre naturaliste Ulysse Aldrovandi. Cette solennité aura lieu le 12 juin prochain, sous le haut patronage de S. M. le roi d'Italie. — La Société s'associe de tout cœur à la célébration de la mémoire du grand savant bolonais, mais ne peut déléguer aucun de ses membres, ceux-ci, appartenant pour la plupart à l'enseignement, étant retenus à cette date par leurs occupations professionnelles. M. le secrétaire général répondra dans ce sens.

COMMUNICATION

M. HENRY : *Préservation des bois en œuvre contre l'attaque des insectes.*

Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. Boppe, Cuif, Mer et l'auteur.

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

Séance du 15 mars

Présidence de M. IMBEAUX.

Nécrologie. — Le Président fait part à la Société du décès de M. le D^r HERRGOTT, professeur honoraire de la Faculté de médecine de Nancy, membre associé de l'Académie de médecine, correspondant de l'Insti-

tut, chevalier de la Légion d'honneur, mort à Nancy, à l'âge de quatre-vingt-treize ans. Il avait été nommé membre associé de la Société des sciences le 18 novembre 1878, puis membre correspondant le 3 décembre 1900. M. le Dr Herrgott avait débuté à Belfort, puis fut nommé à Strasbourg où il se signala pendant le siège; en 1872, il vint se fixer à Nancy. La plupart de ses travaux ont trait à la médecine opératoire et à la science obstétricale; les uns et les autres sont d'une grande conscience et d'une rigueur scientifique impeccable. M. le Dr Herrgott est cité généralement, avec le professeur Burggrave, de Gand, comme un des promoteurs — s'il n'a pas été l'initiateur seul — de l'emploi des appareils plâtrés pour les fractures.

Correspondance. — M. le Directeur de l'École de pharmacie invite la Société à assister à la soutenance de thèse, pour le doctorat, de M. Barthelemy, ayant pour objet : *Contributions à l'étude du lait consommé à Nancy.*

Démission. — M. l'abbé Manquat adresse sa démission de membre titulaire.

Candidature. — MM. Henry et Cuif présentent, comme membre titulaire, M. Huffel, professeur à l'École nationale des eaux et forêts. Le rapport verbal et l'élection sont, conformément aux statuts, remis à la prochaine séance ordinaire.

COMMUNICATIONS

M. BRUNOTTE : *Présentation d'une curieuse greffe sur un coq.*

M. NOËL : *Esquisse de la structure du géanticlinal vosgien et du géosynclinal lorrain.*

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

N. B. — A cause du congé de Pâques, il n'y a pas eu de séance en avril.

Séance publique du 6 mai

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

La Société s'est réunie dans l'amphithéâtre de physique de la Faculté des sciences; de nombreux invités assistaient à cette séance.

COMMUNICATION

M. FLOQUET : *La planète Mercure, ses passages sur le disque du Soleil, le passage du 14 novembre prochain.*

Une salve d'applaudissements remercie M. Floquet.

Le Secrétaire annuel,

PETITMENGIN.

Séance du 15 mai

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

Correspondance. — Les membres de la Société des sciences sont invités à assister à la séance publique annuelle de l'Académie de Stanislas, qui aura lieu le jeudi 23 mai à 4 heures, dans le grand salon de l'Hôtel de Ville. — Remerciements.

Sur l'initiative des membres du Muséum d'histoire naturelle de Paris, un comité a été nommé pour s'occuper de l'érection d'un monument au grand naturaliste français Lamarck. La Société des sciences, invitée à souscrire, a pour principe de ne jamais prendre part collectivement à une souscription, mais une liste est déposée sur le bureau à la disposition de ses membres qui désireraient s'inscrire personnellement.

La Société des sciences est invitée à la cérémonie de l'inauguration d'un pont, appelé « pont Linné », que l'Académie des sciences de New-York a fait construire pour relier le jardin botanique au parc zoologique. Cette cérémonie aura lieu le 23 mai, date de la célébration du bicentenaire de la naissance du grand naturaliste suédois. — Remerciements.

Hommage d'auteurs. — M. Joly fait hommage à la Société, au nom de M. Nicklès et au sien, d'une note communiquée récemment à l'Académie des sciences : « Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle. » M. Joly indique que cette note résume la méthode suivie par les auteurs dans les récentes recherches de houille.

Élection. — Après un rapport verbal de M. Loppinet, M. Huffel, présenté dans la séance du 15 mars par MM. Henry et Cuif, est élu membre titulaire.

COMMUNICATIONS

M. MATHIEU-MIEG : *Dessins représentatifs sur os, de la station néolithique du canton Wallis, aux environs de Kleinhems (Bade). En*

l'absence de l'auteur, cette note a été lue par M. Millot, qui a fait circuler parmi l'auditoire les très belles photographies envoyées par M. Mathieu-Mieg. Après un examen attentif, MM. Goury et Beaupré sont d'accord pour reconnaître une truite ou un saumon dans le poisson figuré parmi les dessins.

M. GRÉLOT : *La loi du 1^{er} août 1905 et la conservation du lait aux fins d'analyse*. M. Grélot, ne pouvant insérer son intéressant travail dans le Bulletin, est prié d'en résumer au moins la substance dans une courte note.

Pour le Secrétaire annuel,
JOLY.

Séance du 1^{er} juin

Présidence de M. IMBEAUX.

Nécrologie. — M. le Président fait part à la Société du décès de l'un de ses membres titulaires, M. BOPPE, directeur honoraire de l'École forestière de Nancy, officier de la Légion d'honneur ; rappelant la vie scientifique de notre regretté collègue, il prononce quelques paroles émues qui seront reproduites dans le Bulletin.

Candidature. — MM. Le Monnier et Maire présentent comme membre titulaire M. Coppey, professeur d'histoire naturelle au lycée de Nancy. Le rapport et l'élection sont renvoyés à la prochaine séance.

COMMUNICATION

M. FAVREL : *Recherche de l'acide citrique*. Plusieurs membres demandent quelques renseignements qui leur sont obligeamment donnés par l'auteur.

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

Séance du 15 juin

Présidence de M. IMBEAUX.

Correspondance. — La Société est invitée à prendre part au congrès préhistorique de France, qui se réunira à Autun, du 12 au 18 août prochain.

Élection. — Après un rapport verbal de M. Le Monnier, on procède au vote. M. Coppey, professeur au lycée, est élu membre titulaire.

COMMUNICATIONS

M. JOLY : *Usage du baromètre pour l'étude des régions faiblement accidentées.* Cette communication est suivie d'un échange de vues entre MM. Wœflin, de Metz-Noblat et l'auteur.

M. PETITMENGIN : *Deux hybrides nouveaux de la flore locale.*

Le Secrétaire annuel,

PETITMENGIN.

Séance du 15 novembre

Présidence de M. IMBEAUX.

Correspondance. — Une lettre de la préfecture informe la Société du maintien, pour l'année 1908, de la subvention de 500 francs, votée par le conseil général. — Remerciements.

Circulaire du ministre de l'instruction publique relative au prochain congrès des Sociétés savantes, qui s'ouvrira à Paris le 21 avril 1908.

Programme des questions mises au concours par la Société industrielle de Mulhouse, pour les prix à décerner en 1908.

Demandes d'échange. — La Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, ainsi que la Société d'histoire naturelle du Wisconsin, à Milwaukee, demandent l'échange de leurs publications avec le Bulletin de notre Société. — Accordé.

Nécrologie. — Pendant les vacances, dit M. le Président, nous avons eu le très grand chagrin de perdre deux collègues éminents qui étaient nos doyens à des titres différents : d'abord celui qui faisait partie de la Société depuis le plus grand nombre d'années, ensuite le plus âgé d'entre nous.

Le premier, M. le Dr Frédéric SCHLAGDENHAUFFEN, directeur honoraire de l'École supérieure de pharmacie, membre associé de l'Académie de médecine, vice-président du conseil d'hygiène, membre de l'Académie de Stanislas, chevalier de la Légion d'honneur, a succombé le 16 juillet dernier à l'âge de soixante-dix-sept ans. Avec lui disparaît le plus ancien (1859) des survivants de la Société des sciences naturelles de Strasbourg, reconstituée à Nancy après la guerre de 1870, sous le nom de Société des sciences. Savant universellement connu et travailleur infatigable, dont la retraite officielle n'avait aucunement interrompu les recherches de laboratoire, il avait été à plusieurs reprises notre président et figurait encore parmi les membres du conseil d'administration de notre Société.

Le Dr Schlagdenhauffen, né à Strasbourg en 1830, avait fait ses études dans cette ville et appartenait, depuis 1855, comme agrégé, à l'École supérieure de pharmacie. Il se fit recevoir docteur, puis en 1869 agrégé de la Faculté de médecine. Nous le retrouvons en 1872 professeur de physique et de toxicologie à l'École supérieure de pharmacie et agrégé à la Faculté de médecine de Nancy. Nommé directeur de l'École en 1889, il garda ses hautes fonctions jusqu'à sa retraite en 1900. L'activité scientifique de M. Schlagdenhauffen a été grande et féconde : le nombre des mémoires qu'il a publiés dans les revues compétentes est immense ; ils se rapportent à la physique et à la chimie biologique, animale ou végétale, notamment aux ptomaines et aux alcaloïdes. Une découverte sensationnelle fut celle qu'il fit avec Heckel des propriétés si bienfaisantes de la noix de kola. On sait quel succès a eu ce médicament.

En second lieu, M. Jean-Charles VOLMERANGE, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, chevalier de la Légion d'honneur, décédé le 11 août dernier, dans sa quatre-vingt-douzième année. Membre de notre Société depuis 1881, il a occupé le fauteuil de la présidence en 1887 et, pendant de longues années, fidèle à nos réunions, il prit une part active aux discussions scientifiques, jusqu'à ce que son grand âge le retint à la maison.

Né à Metz le 27 décembre 1815, il entra à l'École polytechnique en 1833 et fut nommé, en 1837, ingénieur ordinaire. Ce fut au service du canal de Bourgogne qu'il débuta, bonne école pour un ingénieur qui allait avoir à construire, deux ans après, le canal de la Marne au Rhin et le chemin de fer de Paris à Strasbourg dans le département de la Meurthe, 1839 à 1860. Ingénieur en chef, il est envoyé à Nantes pour y mettre au tirant d'eau normal les canaux de Nantes à Brest et du Blavet, puis chargé du service ordinaire du département de la Corrèze. Le 1^{er} décembre 1867, il revient à Nancy pour ne plus quitter cette ville et y retrouve ses premières amours, c'est-à-dire le canal de la Marne au Rhin, dont il relève le mouillage à 2 mètres et dont il ne quitte le service que le 7 janvier 1878, pour prendre sa retraite, à l'âge de soixante-trois ans. Il a eu la satisfaction de voir quel essor a pris le trafic des deux grandes voies de communication auxquelles il avait consacré presque toute sa carrière : le canal de la Marne au Rhin et la ligne de Paris à Strasbourg. Comme successeur de cet ingénieur de mérite, j'ai pu constater combien ces deux voies ont été admirablement construites.

Distinctions. — M. le Président exprime les félicitations de la Société à M. le doyen Dr Gross, nommé officier de la Légion d'honneur, et à M. le Dr Nicolas, nommé professeur d'anatomie à la Faculté de médecine de Paris, mais il exprime aussi les regrets que cause son départ

BULLETIN DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY XIX
et propose de le nommer membre correspondant. — Adopté par acclamation.

COMMUNICATIONS

M. HENRY : *Sur la « soi-disant » maladie du rouge dans les sapinières du Jura.*

M. VUILLEMIN : *La flore du vallon de Saint-Fiacre.*

A la suite de cette communication, M. Fliche fait quelques observations au sujet de la dispersion sur les limites de la Lorraine des *Aconitum napellus* et *Gentiana lutea*. M. Petitmengin rappelle que le *Phyteuma orbiculare* fut récemment découvert à Foug (Meurthe-et-Moselle) en 1893-1894, par MM. Breton, Briard et Desnos, et que lui-même l'a rencontré cette année dans le bois au-dessus de Ludres.

M. COPPEY : *Les Muscinées de la Grèce*, étude des mousses rapportées par MM. Maire et Petitmengin.

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

Séance du 2 décembre

Présidence de M. LOPPINET, vice-président.

Correspondance. — M. le Dr Nicolas remercie la Société de l'avoir nommé membre correspondant.

Don d'ouvrage. — MM. Nicklès et Joly font hommage à la Société de leur travail « Sur la tectonique des terrains secondaires du nord de Meurthe-et-Moselle » extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*. — Remerciements.

Proposition d'échange. — M. le Président fait part d'une proposition de M. Petitmengin d'échanger notre Bulletin avec celui de la Société linnéenne de Paris (63, rue de Buffon), et avec celui de la Société fribourgeoise des sciences naturelles, à Fribourg (Suisse). — Approuvé.

COMMUNICATIONS

M. VUILLEMIN : *Le nombre des pétales du **Phlox subulata**.*

M. Henry et l'auteur échangent quelques observations.

M. HENRY : *Observations nouvelles faites dans les landes de Gascogne et aux Indes sur le niveau de l'eau souterraine sous bois et hors bois.*

M. Maire demande à M. Henry quelques explications complémentaires qui lui sont obligeamment données par l'auteur.

XX BULLETIN DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANGY

Une communication de M. PETITMENGIN sur *Quelques nouveautés botaniques du Queyras*, portée à l'ordre du jour, est remise à la prochaine séance, à cause de l'heure avancée.

Le Secrétaire annuel,
PETITMENGIN.

Séance du 16 décembre

Présidence de M. IMBEAUX.

Correspondance. — La Société fribourgeoise des sciences naturelles accepte l'échange des publications.

M. Petitmengin, indisposé, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance et demande d'ajourner encore sa communication sur *Quelques nouveautés botaniques du Queyras*.

COMMUNICATION

M. R. DE BOUVILLE : *La maladie du barbeau.*

M. le Dr Paquy et M. Imbeaux échangent quelques observations avec l'auteur.

Pour le Secrétaire annuel,
MILLOT.

LA VÉRITABLE NATURE
DES
FRONTALDRÜSEN DES CAPRELLIDES

Par M. L. BRUNTZ

En 1878, Gamroth a signalé, chez les Caprellides (*Caprella æquilibra*), des organes frontaux, qu'il a considérés comme des organes des sens. D'après cet auteur, ces organes sont pairs et disposés dans la tête, derrière le lieu d'origine des antennes supérieures. Ils affectent la forme de coupes et sont constitués par un groupe de cellules cylindriques. Des ganglions sus-œsophagiens, s'échappent de petites fibres nerveuses qui se divisent et contractent des relations avec les cellules des organes frontaux ; c'est ce fait qui permet à Gamroth d'émettre l'idée que les organes frontaux étaient des organes des sens.

Mais, en 1880, Haller rapporte n'avoir pas retrouvé, ni chez les Caprellides, ni chez les Gammarides, les organes frontaux décrits par Gamroth. Il a cependant aperçu, non loin de l'endroit où cet auteur place ces organes, des amas composés de quelques grosses cellules. Quant aux fibres nerveuses décrites par Gamroth, ce sont des ligaments conjonctifs accompagnés de cellules pigmentaires.

De nouveau, en 1882, Mayer, dans une belle étude monographique des Caprellides, retrouve chez tous les Amphipodes (sauf les Hypérines), et à la même place, les organes décrits par Gamroth ; il les nomme glandes frontales.

Mayer fait remarquer qu'il existe quelques variations d'emplacement de ces glandes suivant les espèces considérées. Sa description est courte : on remarque, à chaque organe, un conduit revêtu de chitine et dont la lumière présente successivement des étranglements et des élargissements. Il débouche sur les téguments et l'ouverture arrondie est généralement dentelée. La glande affecte une forme allongée, elle est plus développée chez les jeunes que chez les adultes et l'on peut généralement mettre les cellules en évidence à l'aide de l'acide acétique. Dans sa partie antérieure la glande est recouverte par des cellules arrondies qui ne contractent pas avec elle de relations plus étroites. L'auteur se convainc encore de la nature glandulaire de ces organes par ce fait : après fixation, il remarque un contenu coagulé qui paraît représenter le produit d'activité glandulaire. Quant aux fibres décrites par les deux auteurs précédents, Mayer les retrouve, mais il ne peut décider si elles sont de nature conjonctive ou nerveuse.

Récemment, à la station maritime de Roscoff, j'ai pu me procurer un certain nombre d'exemplaires de *Protella phasma* Sp. Bate, dont l'étude m'a permis de reconnaître la véritable nature des organes en question. Sur des coupes transversales sériées, j'ai constaté qu'il existe normalement, et disposées symétriquement de chaque côté de la partie antérieure de la tête, deux invaginations des téguments. Elles sont placées en avant et au-dessus des yeux, en arrière du point d'origine des antennes de la première paire. Ces invaginations se dirigent obliquement en arrière vers la face ventrale et vers le plan médian de la tête. Elles sont courtes et plus ou moins renflées en forme de poires, elles se rapprochent l'une de l'autre et sont réunies par des fibres conjonctives.

Les invaginations sont formées par la chitine et l'épiderme tégumentaire. Mais la chitine apparaît sous forme de couches chiffonnées se colorant plus intensivement dans la partie centrale, comme le fait se présente souvent pour les couches chitineuses les plus externes.

J'ai pu constater, sur plusieurs coupes, que l'épithélium des téguments se continuait autour des invaginations de chitine et, du moins dans la partie la plus externe, les noyaux cellulaires présentent les mêmes caractères que ceux des cellules épithéliales des téguments. Plus intérieurement, on rencontre des noyaux

de forme sphérique, de taille plus grande et moins colorables : ce sont ces éléments que Mayer a pu considérer comme des noyaux de cellules glandulaires qui n'existent pas. Et, chez les Isopodes, j'ai retrouvé des variations analogues des noyaux des cellules épithéliales, à l'extrémité d'invaginations tégumentaires servant de bases à des insertions musculaires.

Les invaginations que je viens de décrire soutiennent, par l'intermédiaire de fibres conjonctives, l'aorte et les ganglions nerveux sus-œsophagiens.

Autour de ces invaginations, et supportées également par des fibres de soutien, on trouve des formations lymphoïdes, lieu d'origine des globules sanguins des adultes. Ces organes globuligènes, plus ou moins développés suivant les individus, sont formés par de petites cellules ovoïdes plus ou moins allongées, quelquefois serrées les unes contre les autres, quelquefois laissant entre elles des lacunes dans lesquelles circule le sang. Le cytoplasme est dense et se colore très intensivement ; les noyaux, de forme sphérique, sont relativement gros et présentent également une grande aptitude à se colorer. On rencontre souvent de ces jeunes cellules en voie de division indirecte : ce fait et la facilité avec laquelle on trouve de jeunes globules sanguins qui s'échappent de ces formations lymphoïdes, pour tomber dans la cavité générale, affirment la nature globuligène des organes considérés.

SUR L'EXISTENCE
DE
FORMATIONS LYMPHOÏDES GLOBULIGÈNES
CHEZ LES GAMMARIDES

Par M. L. BRUNTZ

Dans une note publiée dans le cours de la dernière année scolaire (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, t. LX, p. 134), j'avais rapporté que les globules sanguins des Gammarides (Crevettines) se régénéraient, chez les adultes, par division directe de globules en voie d'évolution et par division indirecte de jeunes globules circulants.

J'avais déjà été frappé par le petit nombre de mitoses trouvées sur des préparations de sang ; ce fait s'explique par la présence, chez les Gammarides, de formations globuligènes que je viens de découvrir récemment. La division des globules circulants n'apparaît donc plus que comme un procédé accessoire de régénération.

J'ai trouvé des formations globuligènes semblables et semblablement disposées chez une forme d'eau douce abondante dans les environs de Nancy : *Gammarus pulex* L., et une forme marine facile à se procurer à Roscoff : *Talitrus locusta* Latr.

Dans ces deux espèces, l'organe globuligène est disposé dans l'angle dièdre formant le bord antérieur de la tête ; il s'étend dans la partie médiane de cette région du corps, entre les deux yeux, au-dessus du point d'origine des antennes de la première

paire. Par sa face antérieure, l'organe globuligène est en rapport avec l'épiderme des téguments, par sa face postérieure, avec une masse importante de tissu conjonctif adipeux et glandulaire.

Au point de vue histologique, l'organe globuligène est formé par deux petits amas de tissu lymphoïde qui se fusionnent dans la partie médiane de cette région du corps. Ce tissu lymphoïde est formé par des cellules ovoïdes plus ou moins allongées et plus ou moins déformées par pression réciproque dans les régions les plus denses de l'organe. Entre les cellules, dans les régions moins denses, il existe des lacunes dans lesquelles le sang peut circuler. Ces éléments constitutifs présentent tous les caractères de cellules jeunes, ils possèdent un cytoplasme dense et fortement colorable. Les noyaux cellulaires sont relativement gros, de forme sphérique ou ovoïde et se colorent également d'une manière intensive. De nombreuses cellules se laissent souvent reconnaître en voie de division indirecte.

Les cellules lymphoïdes sont maintenues en place par des fibres formées par des cellules épithéliales allongées et par d'autres fibres qui se montrent en continuité avec le tissu adipeux. A travers les mailles de ce réseau s'échappent de jeunes cellules qui présentent tous les caractères des globules sanguins au premier stade de leur évolution.

Les formations lymphoïdes des Gammarides sont donc complètement homologues aux formations lymphoïdes que j'ai découvertes chez les Caprellides (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie de Nancy*, 22 novembre 1906).

SUR L'EXISTENCE
D'ORGANES GLOBULIGÈNES
CHEZ LES ISOPODES

Par M. L. BRUNTZ

A la suite d'études entreprises l'an dernier, j'avais pensé que, chez les Crustacés Arthrostacés adultes, les globules sanguins se multipliaient par division directe de globules en voie d'évolution et par division indirecte de jeunes globules circulants. Mais, ayant récemment découvert des formations lymphoïdes, lieu d'origine des globules sanguins, chez les Caprellides et chez les Gamma-rides, j'ai été conduit à rechercher s'il n'existait pas également, chez les Isopodes, des organes globuligènes analogues à ceux des Amphipodes.

Mes recherches ont porté sur des formes terrestres, les Cloportes (*Oniscus murarius* Brandt), des formes d'eau douce, les Aselles (*Asellus vulgaris* Latreille), des formes marines, les Ligies (*Ligia oceanica* Fabr.) et les Ancées (*Anceus Halidaii* Sp. Bate et Westwood).

Chez les Ligies et chez les Cloportes, il existe trois paires d'organes globuligènes disposés symétriquement dans les deux derniers anneaux thoraciques (6^e et 7^e) et le premier anneau abdominal. Bien que ces organes présentent un développement variable suivant les individus, il semble que la dernière paire soit toujours plus réduite que les deux autres.

Chez les Ancées, la première paire thoracique d'organes globuligènes manque, tandis que chez les Aselles, c'est la dernière

paire d'organes globuligènes abdominaux qui est absente. Ces faits sont probablement la conséquence des grandes variations morphologiques présentées par ces espèces et il semble bien que, normalement, les Isopodes possèdent, comme les Cloportes et les Ligies, trois paires d'organes globuligènes.

Ces organes globuligènes sont formés par un petit nombre d'ilots cellulaires assez difficiles à décomposer les uns des autres. Ces ilots sont supportés et maintenus en place par des fibres conjonctives en continuité avec le tissu adipeux ou s'attachant au septum péricardique.

Chez les Cloportides, les organes globuligènes sont en rapport, par leur face supérieure, avec cette membrane ; par leur face inférieure, ils sont en rapport avec les glandes génitales, pour les amas thoraciques, avec les tubes hépatiques, pour les amas abdominaux.

Chez les Aselles, les organes globuligènes présentent les mêmes rapports, mais ils sont très souvent comprimés entre les cellules à concrétions dites glandes de Zenker.

Chez les Ancées, les organes globuligènes sont en rapport, par leur face supérieure, avec les néphrocytes à carminate qui remplissent latéralement le sinus péricardique, par leur face inférieure, avec les sacs hépatiques ou le tissu conjonctif.

Quant à la structure histologique de ces organes, elle est analogue à celle décrite pour les mêmes organes des Amphipodes. Les nodules sont formés de petites cellules de forme sphérique ; ces dernières sont plus ou moins serrées ou plus ou moins séparées les unes des autres suivant l'endroit de l'organe examiné. Ces cellules présentent un cytoplasme dense finement granuleux et possédant beaucoup d'affinité pour les colorants ; les noyaux sont gros et très chromatiques. De nombreuses cellules, tant au centre qu'à la périphérie des organes, se montrent souvent en voie de division indirecte. Il n'est pas rare non plus de trouver des cellules, présentant tous les caractères de jeunes globules sanguins, qui s'échappent des organes globuligènes pour être entraînées par le sang veineux du sinus ventral.

SUR QUELQUES

PRIMEVÈRES ET ANDROSACES CHINOISES

Par M. PETITMENGIN

Dans la si substantielle monographie des Primulacées parue dans le *Pflanzenreich* du professeur Engler, l'auteur, le Dr Pax, *op. cit.*, p. 118, n° 165, considère comme synonymes les *Primula argutidens* Franchet et *Primula amethystina* Franchet. Or, ayant eu en communication, grâce à l'aimable bienveillance de M. le professeur Lecomte et de M. Gagnepain, les *Primula* du Muséum, entre autres beaucoup des types de Franchet, je fus surpris de remarquer la différence si nette, à toute première vue, qui existe entre ces deux espèces si distinctes et que Pax considère, à tort ce me semble, comme n'en formant qu'une.

Leur étude minutieuse m'a prouvé que Franchet avait eu grandement raison de les séparer. Je reproduis ici, à titre documentaire, les diagnoses princeps de nos deux Primevères :

Primula argutidens Franchet
in *Journal de botanique de Morot*,
1895, p. 451.

« *Folia crassiuscula, subcoriacea, linea alba cartilaginea marginata, limbo ovato vel ovato-oblongo, e medio remote dentato, dentibus parvis, argutis, inæqualibus, inferne integerrimo in pétioolum latum attenuato; scapus foliis 1-3 plo. longior, floribus paucis (circiter 4), cernuis; brac-*

Primula amethystina Franchet, in *Bull. Soc. Bot. de France*, 1885, p. 268 (groupe des *Aleuritia* Duby).

« *Rhizoma breve, haud crassum. Planta glaberrima, esarinosa. Folia firmiter papyracea, ovato-oblonga, in pétioolum alatum brevem attenuata, e medio ad apicem subtilissime denticulata, dentibus callosis; pedunculus foliis 2-3 plo. longior; bracteæ*

tex lanceolatax, acutæ, basi non calcatæ, pedicellis longiores; pedicelli brevissimi (1-3 mm.); calyx crassus, breviter campanulatus, 4 mm. longus, glaber, lobis ovatis vel ovato-lanceolatis, obtusis vel vix acutis 1. Corolla violacea, tubo calycem æquante, exinde sensim ampliatio in limbum infundibuliformem, vix 1 cent. diam., lobis bilobulatis cum dente interjecto.

« *Folia 2-4 cm, longa; scapus 6-10 cm.* »

« C'est une espèce bien caractérisée, parmi celles qui appartiennent à la flore de Chine, par ses feuilles coriaces bordées d'une ligne blanche cartilagineuse et de petites dents très aiguës; les fleurs sont presque sessiles, penchées comme celles du *P. sapphirina*, mais plus grandes, le calice et les feuilles rappellent aussi cette dernière espèce. »

parvæ ovato-lanceolatax, acutæ, basi liberæ, nec gibbæ, nec productæ. Flores 3-6 umbellati, vix ultra 15 mm. longi; pedicelli bracteis 2-4 plo. longiores; calyx aperto-campanulatus, ad medium quinquelobus, lobis ovatis vel ovato-lanceolatis; corolla amethystea, tubo calycem non excedente; limbo subinfundibuliformi, lobis integris vel vix emarginatis, capsula ovata, calycem subæquans.

« *Folia pollicaria vel paulo ultra; calyx 4 mm., corollæ apertæ diam. 12 mm.* » (Dalavay, n° 108.)

« Feuilles assez semblables à celles du *Bellis perennis*; fleur du *Pr. Kingii*, à côté duquel le *Pr. amethystina* doit être placé. Il en diffère par ses feuilles plus courtes, à pétioles peu ou pas dilatés, parfois presque nuls; par ses pédicelles glabres, ainsi que la corolle. »

Il ressort, de la comparaison du texte de ces deux diagnoses, des différences notables, suffisantes pour isoler nos deux espèces confondues par le savant monographe allemand qui, peut-être, n'a pas eu en mains ces deux types spécifiques eux-mêmes. Mais, ayant pu étudier ces deux *Primula*, je vais donner, dans les lignes qui suivent, le résultat de mes recherches qui confirment l'opinion émise par Franchet à leur sujet.

***Primula amethystina* Franchet.**

Fleurs grandes, pourpres-violacées, 3 à 9, en ombelle terminale pourvue à sa base de 6-9 bractées libres jusqu'à la base, étroitement linéaires-lancéolées.

Pédicelles longs, 1,5-2 centimètres.

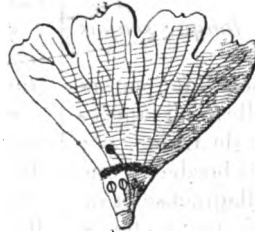
Corolle de 1^{cm} à 1^{cm},5 de large sur 1^{cm},5 de haut. Pétales arrondis au sommet ou incisés-mucronés. Calice de 8 millimètres à sépales *crénelés*, arrondis, pourvus de dents à leur sommet,

d'autres fois entiers, ovales-lancéolés, libres jusqu'au tiers de leur longueur.

Feuilles ovales, régulièrement dentées, à limbe un peu replié sur les bords, concolores, à limbe décurrent jusqu'à la base; feuilles toutes radicales, en rosettes denses.



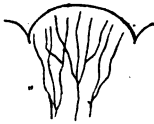
Inflorescence
(Grandeur naturelle)



Coupe longitudinale de la corolle
(Grossie 2 fois et étalée)



Cycle staminal
(Grossi 2 fois)



Extrémité libre des pétales



Calice, grossi 8 fois



Primula argutidens Franchet.

Fleurs petites, d'un violet livide (sur les échantillons), 2 à 4, en ombelle dense, étriquée, 4 bractées libres jusqu'à la base, lancéolées, plus larges que dans l'espèce précédente.

Pédicelles courts ne dépassant pas les bractées.

Corolle de 8 millimètres à 1 centimètre de large au maximum, sur 1 centimètre de haut; pétales émarginés, échancrés au sommet, mucronés.

Calice de 5 millimètres, à sépales entiers, ovales-lancéolés dans leur partie libre, qui équivaut à la moitié du calice, lavé de pourpre.

Feuilles ovales-lancéolées, beaucoup plus étroites que précé-

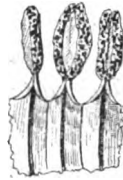
demment, à dents inégales, surtout vers l'extrémité de la feuille. Limbe très fortement décurrent en un pétiole largement ailé.



Inflorescence
Grandeur naturelle)



Coupe longitudinale
de la corolle
(Grossie 2 fois et étalée)



Portion du cycle
staminal
(Grossie 30 fois)



Calice
(Grossie 10 fois)

L'examen des figures aussi bien que des différents textes, émanant de personnes diverses, montre suffisamment la diversité de ces deux espèces.

Je reproduis ici la figure donnée par Pax dans sa Monographie (*Pflanzenreich* du professeur Engler, p. 119, fig. 33 C et D). Je ne donne que l'inflorescence et le dessin d'une fleur.



C



D

Ces figures correspondent bien au *Primula argutidens* Franchet, mais ne donnent en aucune façon l'image du *Primula amethystina* Franchet.

Il demeure donc établi que les deux espèces distinguées et décrites par le regretté M. Franchet subsistent dans leur intégrité et qu'elles ne sont nullement synonymes comme l'indique Pax.

***Primula begoniiformis* Petitmengin.**

Species Primulæ obconicæ Hance et Pr. Listeri King, affinis et media; ab illis differt :

Umbellis paucifloris (3-6) [2-3 Pr. Listeri] (9-13 Pr. obconica).

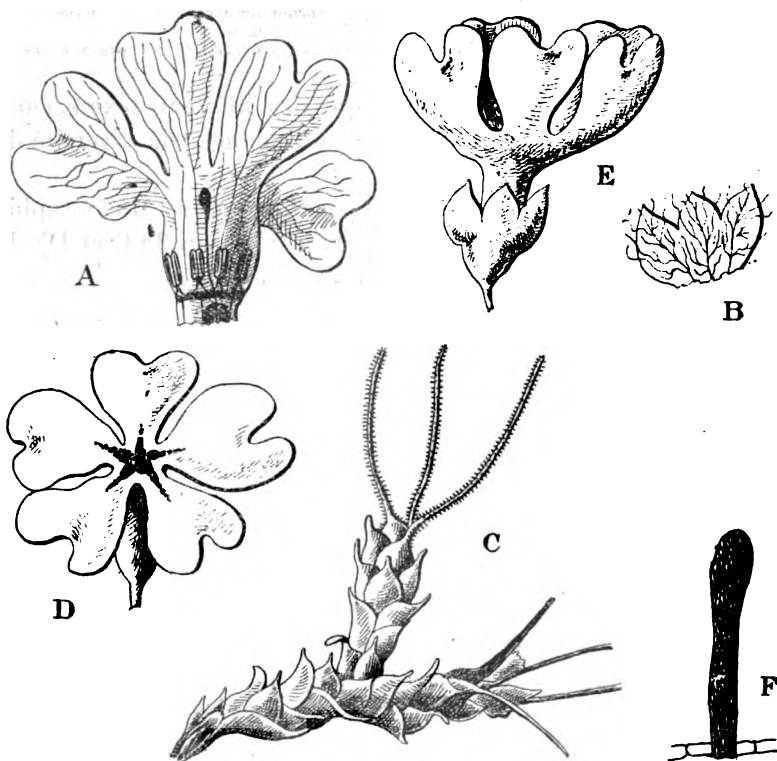
Pedicellis gracilioribus, floribus majoribus. Corolla magna, tubo brevior, limbo valde longiore (2 cm. lato, 1-1 cm. 5 longo) staminibus in fauce constricta insertis.

Calycis dentibus multo brevioribus.

Foliis rhomboidalibus, inciso-serratis, lobis acutis, basi cordatis.

Petiole longo basi in vaginam amplexicaulem, purpuream folio exoleta persistentem, dilatato. Rhizomate ramoso, fragili, vaginis coriaceis, persistentibus squamoso.

I *Primula begoniiformis* Petitmengin



A Coupe longitudinale de la fleur;
B Calice;
C Bouche montrant les restes squamiformes des anciens pétioles imbriqués;
D Corolle vue d'en haut;
E Corolle vue de côté.

Espèce voisine du *Primula obconica* Hance et du *Pr. Listeri* King dont elle diffère :

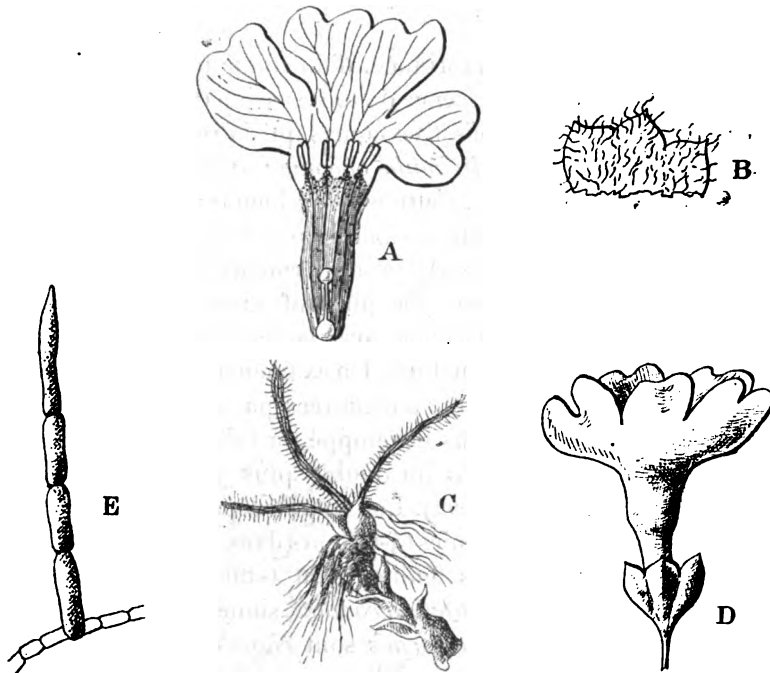
Par ses ombelles pauciflores, 3-6 fleurs (9-13 dans *P. obconica*), pédicelles plus grêles, fleurs plus grandes;

Par sa corolle surbaissée, à tube court, à limbe beaucoup plus grand (2 centimètres de large sur 1 centimètre à 1^{cm},5 de haut) [fig. 1 E, fig. 2 D];

Par un bourrelet inférieur sur lequel sont insérées les étamines (fig. 1 A, fig. 2 A);

Par son calice à lobes beaucoup moins profondément échancrés (fig. 1 B et fig. 2 B);

II *Primula obconica* Hance



A Coupe longitudinale de la fleur;
B Calice;
C Souche ne portant que des fibres, restes des pétioles, mais n'ayant pas trace de squames;
D Corolle vue de côté;
E Poll articulé de la tige et des pétioles.

Par ses feuilles rhomboïdales, incisées-dentées, à lobes aigus, en cœur à la base et munie d'un long pétiole;

Par la base de ses pétioles *très fortement dilatés en gaines persistantes* après la chute des feuilles, *rouges-orcanette*, coriaces, formant, par leur étroite imbrication, un revêtement spécial à la souche qui disparaît sous leurs squames. Souche bifurquée, fragile (fig. 1 C).

Plante d'aspect *glabre*, à feuilles luisantes. — Tout l'appareil végétatif est couvert de poils *très courts*, dont la *membrane présente des ornémentations réticulées spéciales*, alors que le *Primula obconica* Hance est fortement velu, que les poils y sont très longs, à *plusieurs articles allongés, sans aucune sculpture de la paroi* (voir les fig. 1 F et 2 E).

Fleurs roses ou violacées.

Rochers du Tsang-Chon, au-dessus de Tali. Province du Yunnan, 31 mars 1883 (abbé Delavay, herbier du Muséum de Paris, n° 307).

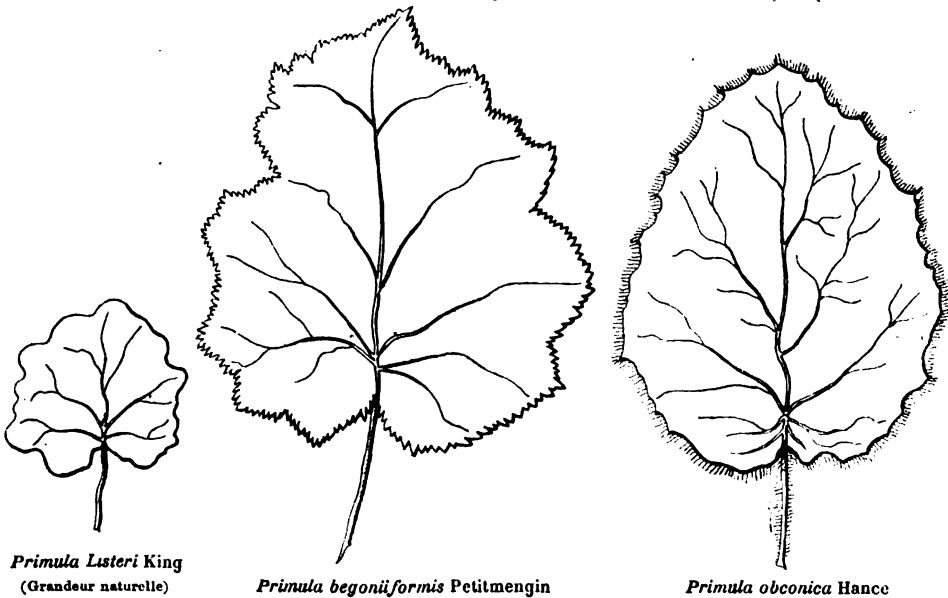
Sa souche écailleuse, imbriquée, d'un rouge foncé, ses feuilles rhomboïdales et la glabrescence de toutes ses parties, jointes à la structure spéciale des poils très courts qui la recouvrent, la distinguent facilement des *Primula obconica* Hance et *P. Listeri* King, dont elle est voisine. Cette espèce, bien que très voisine du *Pr. Listeri* King, et qui a été confondue avec lui jusqu'ici (cf. Pax, in *Pflanzenreich*, 1905, p. 25) [1] est intermédiaire entre celui-ci et le *Primula obconica* Hance. J'ai pu confronter des échantillons authentiques, de King lui-même, avec le *Pr. begoniiformis*, et ils en diffèrent au premier coup d'œil. Un examen minutieux confirme cette observation. Les fleurs sont portées par des pédicelles plus robustes, le calice est moins développé, le tube de la corolle est plus étroit, les pétales sont du double plus grands (corolle de 1 centimètre dans *Pr. Listeri*). Les scapes dépassent les feuilles, les ombelles sont plus fournies (4-6 fleurs dans *Pr. begoniiformis*, 1-3 dans *Pr. Listeri*). Les feuilles sont totalement différentes, celles du *Pr. Listeri* sont *petites, arrondies, sinuées, dentées, succulentes*; celles du *Pr. begoniiformis* sont *rhomboïdales, beaucoup plus allongées longitudinalement, beaucoup plus finement dentées, à sinus beaucoup plus aigus et non arrondis; feuilles beaucoup plus profondément échancrées à la base; pétioles plus raides, dressés, non mollement étalés comme dans *Pr. Listeri*; rhizome toujours couvert de squames persistantes, très fortement amplexicaules, alors que dans le *Pr. Listeri* les squames (bases des pétioles) sont plus molles, presque planes, et se détruisent très facilement, ne laissant que des portions cicatricielles qui donnent à ce rhizome*

1. FRANCHET, *Bull. Soc. Bot. France*. 1888, p. 428.

un aspect différent de celui du *Pr. begonïiformis*, qui est très caractéristique.

Les poils du *Pr. Listeri* King sont allongés comme dans le *Pr. obconica*, présentent les mêmes étranglements et sont pourvus de sculptures lâches, distantes, parallèles, rappelant celles des poils du *Pr. begonïiformis*.

En résumé, nous pouvons dire que le *Primula obconica* Hance est une espèce très polymorphe, dont peut-être les *Primula begonïiformis* et *Listeri* ne représenteraient que des races fixées. De plus, la distribution géographique de ces trois espèces semblerait indiquer : que l'Himalaya (Sikkim, Manipur, etc.) a pour caractéristique le *Pr. Listeri* King typique, et que le Yunnan serait caractérisé par le *Pr. begonïiformis*; le *Pr. obconica* existant concurremment avec le *Pr. begonïiformis* dans le Yunnan, mais étant disparu au moins actuellement de l'Himalaya.



Section des Bullatæ Pax, in *Pflanzenreich*. 1905, p. 18.

***Primula Esquirolii* Petitmengin.**

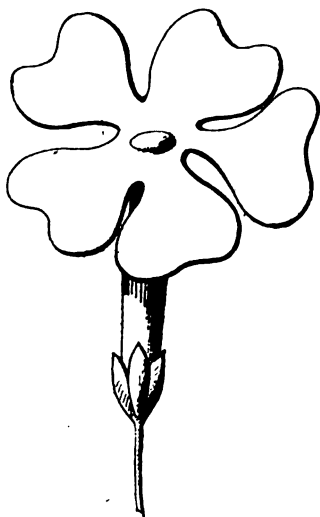
Espèce très typique ! — Fleurs toutes solitaires, portées par des pédoncules uniflores de 1-2 centimètres, naissant de la souche.

Calice à sépales lancéolés aigus, égalant le tiers ou le quart de la longueur du tube corollin. Celui-ci très long, cylindrique, 18 millimètres. Corolle grande, à limbe étalé de 2^{cm},5; portion libre des pétales en cœur renversé. Feuilles développées avant les fleurs, d'un vert très foncé en dessus, plus pâle en dessous. Limbe de 9-12 centimètres de long sur 2 à 4^{cm},5 de large, oblong-ovale, sinué-denté sur ses bords, à nervures très saillantes, formant un réticulum très marqué surtout à la face inférieure. Feuilles insensiblement atténuées en un pétiole ailé; munies à la face inférieure de poils courts et raides. Plante glabrescente à habitus de *Primula acaulis*, à fleurs nombreuses, égalant ou plus courtes que les feuilles, d'un bleu clair (Martin).

Chine : Gan-p'in. Parois humides d'une grotte dans les calcaires, à 1350 mètres d'altitude (RR. PP. Esquirol et Martin, n° 4) [1906].

***Primula Esquirolii* Petitmengin.**

Scapis unifloris, radicalibus 1-2 cm. altis. Calycis dentibus lanceolato-acutis, 1/3 vel 1/4 longitudinis tubi corollini æquantibus. Corolla magna (2 cm. 5 diam.) limbo plano, tubo longissimo. Petalis obcordatis.



Foliis synanthiis, reticulato nerviis, nervis præcipue subtus valde prominentibus, limbo sinuato-dentatis, oblongo-obovato, 9-12 cm. longo, 2-4 cm. 5 lato, in petiolum alatum sensim attenuato, folia æquantibus vel eis brevioribus.

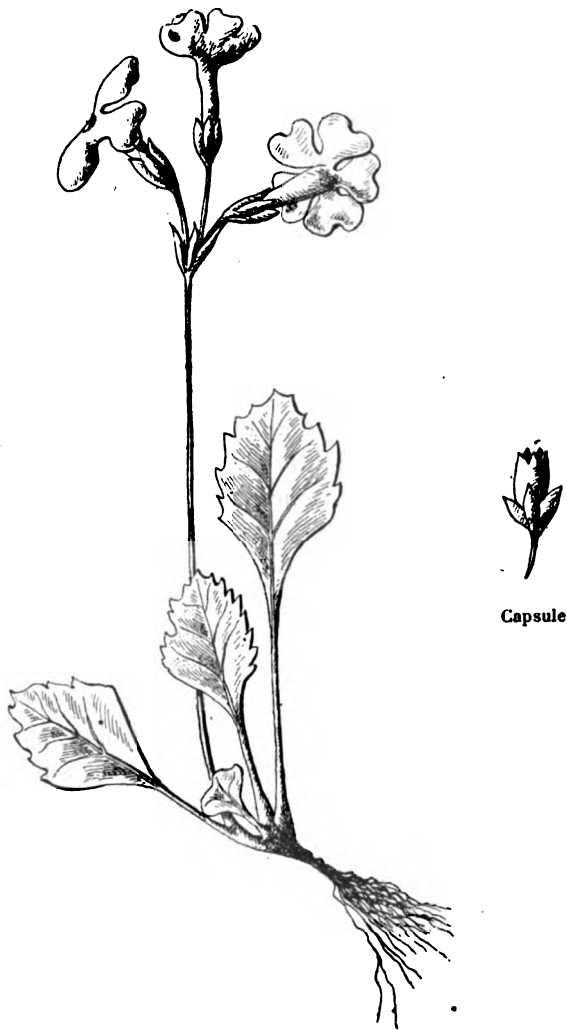
Species valde singularis, habitu Primulæ acauli Lam. simillima, floribus numerosis, dilute cæruleis, foliis longitudine æquis vel inferis.

Cette espèce est voisine du *Primula Davidi* Franchet, dont elle se distingue par ses fleurs grandes, bleu pâle, solitaires, jamais en ombelles; par le tube de sa corolle beaucoup plus long; par son calice cylindrique.

Section des Farinosæ Pax, *Pflanzenreich*, 1905, p. 70.

Primula Hemsleyi Petitmengin.

Efarinosa, glaberrima. Folia membranacea, 1 cm. 5 ad 2 cm.



Capsule

Primula Hemsleyi Petitmengin
(Grandeur naturelle)

longa, 1 cm. ad 1 cm. 4 lata, oblongo-obovata, in petiolum alatum, laminam superantem, attenuata. Lamina serrato-dentata, basi

cuneata. *Scapus folia superans* 6-15 cm. *altus, umbellam laxam, 2-4 florem gerens*. *Bractæ ± longæ, basi gibbosæ. Pedicelli graciles, longissimi, ± flexuosi, 2-5 cm. longi. Calycis 5-6 mm. longi, tubulosi, ad medium fissi, lobi lanceolato-acuti; subtus farinosi. Corollæ roseo-violaceæ 1 cm. 5 diam., tubus 1-1 cm. 4, calycem superans, lobi obcordati. Capsula cylindrica, calycem valde superans (3-5 mm.)*.

Espèce non farineuse, si ce n'est la face inférieure des sépales, glabre. Feuilles membraneuses, 1^{cm},5 à 2 centimètres de long sur 1 à 1^{cm},4 de large, oblongues-obovales, atténuées brusquement en un long pétiole ailé de 1,5-2 centimètres.

Limbe régulièrement denté, à dents profondes, entières, parfois denticulées.

Scape 6-15 centimètres. Fleurs 2-4 en ombelle lâche, longuement pédonculée, pédoncule de 1^{cm},5 à 5 centimètres. Bractées plus ou moins longues, un peu renflées à la base, 4-6 millimètres de long.

Calice 5-6 millimètres de long, tubuleux, à lobes profonds, lancéolés-aigus, farineux à l'intérieur.

Corolle d'un rose violacé foncé, 1^{cm},5 de diamètre, à pétales obcordés. Tube corollin 1 à 1^{cm},4, dépassant longuement le calice.

Capsule presque cylindrique dépassant longuement (3-5 millimètres au moins) le calice.

Chine; localité illisible. (Wilson, n° 4301.)

Cette espèce est voisine des *Pr. efarinosa* Pax (*Pflanzenreich*, 1905, p. 79, n° 90) et *Pr. Knuthiana* Pax (*loc. cit.*, n° 91), mais surtout du *Pr. Knuthiana* Pax; elle s'en distingue par l'absence de revêtement farineux, si ce n'est à la face interne du calice seulement; par ses feuilles dont le limbe est brusquement atténué en coin; par son pétiole ailé, très long et très distinct, enfin par sa capsule presque cylindrique, longuement exserte au-dessus du calice persistant.

Section Chamæjasme Koch, in Pax et Knuth, *Pflanzenreich*, 1905, p. 180.

***Androsace aurata* Petitmengin.**

Elegans; estolonosa; foliis rosulatis, linearibus acuminatis, 5-6 mm. long. 1 mm. lat., glaucescentibus, ad marginem ciliis

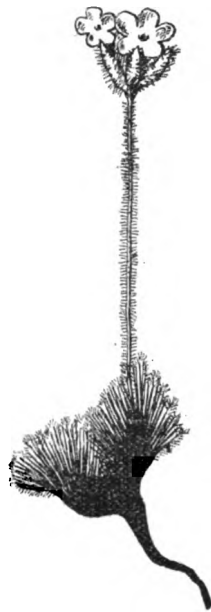
albidis, strictis, latitudinem folii superantibus, præditis, uninerviis, subtus bisulcatis. Scapo 1 cm. 5, 2 cm. 5 longo, patule villosa, tomentoso, floribus 2-3, umbellatis, bracteis villosis, lanceolatis, 1/3 umbellæ æquantibus. Pedicellis brevissimis, 1-2 mm. long., calycis lobis villosis, oblongis, apice rotundatis, pedicellum æquantibus, corollæ aureæ tubo vix exserto, limbi 5-7 mm. diam., lobis rotundatis integerrimis.

Plante gracieuse, sans stolons. Feuilles toutes en rosette dense ; linéaires acuminées, 5-6 millimètres de long sur 1 millimètre de large, grisâtres, ciliées surtout sur les bords. Cils blancs, longs et raides. Nervures saillantes, surtout la nervure principale, proéminente à la face supérieure du limbe et accompagnée de sillons parallèles et longitudinaux.

Scape de 1^{cm},5 à 2^{cm},5 longuement hérissé, nu. Fleurs 2-3 serrées en ombelle pauciflore ; bractées lancéolées, velues-ciliées, 4-5 millimètres de long, égalant les deux tiers de la hauteur de l'ombelle. Fleurs courtement pédicellées, pédicelles de 1 à 2 millimètres, velus-ciliés ainsi que les lobes du calice, qui sont ovales, atténués à leur extrémité supérieure égalant presque la longueur du pédicelle (2 millimètres). Tube corollin dépassant à peine le calice. Corolle d'un jaune d'or (*golden yellow* ; teste Wilson) à lobes arrondis, entiers. Fleurs larges de 5-7 millimètres.

Heothe (?) 13 500 ft. Western-China, Wilson, n° 4008.

Voisine de l'*A. tibetica* Knuth. surtout de sa variété *β. Mariæ* Knuth (Pax, *op. cit.*, p. 187) ; s'en distingue aisément par l'absence des stolons, par ses feuilles étroites, très fortement ciliées, glauques, à nervure principale saillante, par ses fleurs peu nombreuses 2-3, en ombelle serrée, d'un jaune d'or.



ESQUISSE
DE LA
STRUCTURE DU GÉANTICLINAL VOSGIEN
ET DU
GÉOSYNCLINAL LORRAIN

Par E. NOËL

La transgression triasique a consisté, comme on l'admet maintenant, en un envahissement relativement brusque de la mer sur un pays préalablement plissé, aux reliefs déjà fortement rabotés et usés, mais n'en existant pas moins encore en certains points, par exemple sur l'anticlinal vosgien. Les plissements qui avaient donné naissance à ces montagnes, depuis l'époque du culm jusqu'à celle du permien inférieur, ont dû continuer encore à se produire au moins pendant cette première phase transgressive du trias, sous forme de tassements qui ont continué, prolongé dans le temps, suivant des lois encore mal dégagées, les déformations antérieures, tout en les atténuant. Il s'ensuit donc une grande variabilité dans l'épaisseur des dépôts triasiques, au moins du trias inférieur, variabilité qui a été bien mise en évidence dans les Vosges par les études sur le terrain, et en Lorraine par les sondages pour la recherche de la houille. Je me réserve de revenir sur l'étude de ces variations d'épaisseur; pour le moment, il me suffit de les signaler. J'ajouterai de plus qu'à certaines époques postérieures, comme au muschelkalk (surtout inférieur) et au keuper, cette structure du sous-sol a été jusqu'à produire même des variations importantes dans le facies des dépôts : c'est ainsi que le sel ne se trouve guère qu'au fond des synclinaux et que

les dolomies semblent atteindre leur plus grand développement surtout sur les anticlinaux.

Cette transgression triasique a d'ailleurs déjà été précédée du dépôt de sédiments à facies détritique, surtout dans certaines fosses, notamment les dépôts houillers du synclinal lorrain qui vont du westphalien supérieur (c. de Sarrebruck) au stéphanien (c. d'Ottweiler), et ensuite, en transgression sur eux, les dépôts permien, dont certains accompagnés de dolomie et de sel sont les premiers témoins d'une invasion marine depuis l'époque du carbonifère inférieur.

Il résulte de là qu'une étude préliminaire qui s'impose est celle d'abord de la structure du géosynclinal lorrain et du géanticlinal vosgien, faite surtout au point de vue tectonique, puis celle des différentes petites transgressions qui l'ont précédée et des dépôts détritiques locaux, dont la plupart ont eu quelques-unes de leurs parties arasées et ont pu, par leur remaniement, fournir des éléments au grès vosgien.

Je vais examiner d'abord la structure du socle paléozoïque (antéhouiller), puis je passerai aux conglomérats du houiller et du permien.

1° *Le socle paléozoïque.* — On remarque d'abord la différence d'allure des terrains superposés à l'anticlinal vosgien et au synclinal lorrain. Les premiers n'ont guère que des ondulations à très grand rayon qui dégénèrent facilement en simples cassures, comme cela doit avoir lieu avec un sous-sol rigide ; les seconds présentent au contraire une série de dômes et de cuvettes s'alignant souvent en rides alternativement anticlinales et synclinales, assez rapprochées, distantes d'environ 3 à 8 kilomètres. C'est d'ailleurs uniquement par l'étude de ces rides des terrains secondaires que nous pouvons aujourd'hui tenter de déchiffrer la structure interne de la région.

On sait que la chaîne hercynienne s'est formée en deux soubresauts principaux : le premier principalement à l'époque du dinantien-culm, le deuxième commençant au stéphanien pour se continuer jusqu'au permien moyen. Il y a d'ailleurs dans le sous-sol des terrains triasiques des ondulations transversales à très grand rayon dont des études postérieures préciseront peut-être l'âge. On remarque encore dans les Vosges des traces de plissements certainement antérieurs aux plis hercyniens, décelés

par l'orientation des bandes de gneiss et de granits anciens de la chaîne, et faisant un angle notable avec les plissements hercyniens. J'examinerai successivement toutes ces dislocations, mais avant j'étudierai ce qu'on appelle, depuis les travaux de M. Suess, les « lignes directrices de la région ».

Les principales de ces lignes ont d'ailleurs déjà été indiquées par M. Suess⁽¹⁾. L'auteur part du raccordement par rebroussement des plis armoricains avec les plis varisques. Il remarque que la principale difficulté d'une telle étude résulte de l'arasement profond des montagnes, par suite duquel les roches archéennes forment la plus grande partie de la surface : il ne peut donc être resté « de la couverture de terrains sédimentaires qui les surmontait à l'origine que les extrémités en forme de coin des principaux synclinaux. De là, les longues bandes sédimentaires rencontrées çà et là pincées dans les schistes cristallins des régions archéennes représentent de véritables *lignes directrices* permettant de reconstituer le parcours des hautes montagnes d'autrefois.

« La présence des lignes directrices varisques est très nette dans le Plateau Central. Le terrain primitif affleure en de nombreux points à l'O. des Vosges sous la couverture des terrains secondaires. Le granit affleure dans plusieurs localités à l'E. du Morvan et à l'O. de Dijon ; ces affleurements indiquent une jonction souterraine qui des Vosges s'avance vers le S.-O. dans la direction du Plateau Central, à travers la Côte-d'Or.

« Depuis longtemps déjà les géologues français pensaient qu'il existe un rapport intime entre les terrains anciens des Vosges et ceux du Plateau Central. En 1856, Coquand fit observer que le petit massif granitique de la Serre près de Dôle était un trait d'union entre les deux massifs⁽²⁾. »

Fournet, à la suite de remarques analogues, parle d'une chaîne cébenno-vosgienne⁽³⁾.

La direction de cette ligne est N.-E. S.-O. L'auteur alors indique dans les Vosges le synclinal de Ronchamp et sa correspon-

1. *Das Antlitz der Erde*, trad. française par de Margerie. T. II, p. 175 et sq.

2. H. COQUAND, « Mémoire géologique sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans le département de Saône-et-Loire et dans les montagnes de la Serre, Jura. » (*Bull. Soc. géol. France*, XIV, 1856-1857, p. 13-47, pl. I.)

3. J. FOURNET, « De l'extension des terrains houillers sous les formations secondaires et tertiaires de diverses parties de la France. » (*Mém. Acad. Lyon*, V, 1855, p. 239 et suivantes.)

dance avec les bassins de Blanz y et du Creusot. La longueur de cette dislocation (affaissement entre cassures), entre Bert et l'extrémité méridionale des Vosges, est d'environ 280 kilomètres. Cet accident, facile à suivre sur les cartes, forme dans les Vosges l'extrémité méridionale du massif, à la Serre l'extrémité marginale d'un petit horst et s'engage dans l'épaisseur du Plateau Central. « D'après les renseignements assez sommaires qu'on possède à son sujet, cet accident est du moins en grande partie d'âge post-permien, et même au N.-E. d'âge post-jurassique; mais ses rapports avec les traînées houillères plissées de Saône-et-Loire indiquent que la faille actuelle coïncide avec la direction originelle de la chaîne. C'est donc une dislocation longitudinale comme la grande cassure de Saint-Avold dans le bassin de la Sarre. »

L'auteur indique alors dans les pages suivantes la manière dont on peut suivre au moyen des plis posthumes une ligne principale de dislocation sous des terrains plus récents. C'est de ce principe, aujourd'hui fort discuté, que je serai réduit à faire application sous toutes réserves pour toute la partie des terrains secondaires de Lorraine. On voit en outre, par cette citation, comment une flexure ou même un pli peuvent dégénérer en faille dans les terrains horizontaux de la couverture. Il peut résulter de là que plusieurs des failles longitudinales du trias des bords vosgien ou subvosgien sont superposées à des têtes d'anticlinaux ou à des surfaces de charriage en profondeur.

Mais avant d'entrer dans le détail, il importe de donner la liste des principales lignes directrices de la région du géanticlinal vosgien et du géosynclinal lorrain. Je commencerai par le S.

I — Lignes directrices

1° On rencontre d'abord le synclinal de Ronchamp compris entre le dévonien du Salbert et le massif granitique des Ballons. Il renferme, comme on sait, du carbonifère marin [dinantien — étage viséen; voir Bleicher et Tornequist (¹)] puis du culm. Ensuite

1. BLEICHER et MIEG, « Note sur la paléontologie du carbonifère de la Haute-Alsace ». (*Bull. Soc. géol. France*, [3] XII, 1884, p. 107 et *ibid.* [3] XIII, 1885, p. 413). — G. MEYER, « Beitrag zur Kenntniss des Kulm in den südlichen Vogesen ». (*Abh. z. geol. Spezk. v. Els.-Loth.*, 3^e vol., fasc. I, 1884.) — A. TORNEQUIST, « Das fossilführende Untercarbon am östlichen Rossbergmassiv in den Südvogesen ». (*Ibid.*, vol. V, p. 377-793.)

après le dépôt de ces étages s'est produit le premier soubresaut hercynien, et enfin, dans des fosses, le stéphanien de Ronchamp puis le permien se sont déposés. Ce synclinal envoie d'importantes apophyses vers le N., ce sont les schistes de Bussang et les « grauwackes » souvent métamorphiques du massif du Ballon de Guebwiller.

Dans la Forêt-Noire, le pli de Schœnau lui fait suite, n'offrant d'ailleurs qu'une étroite bande de carbonifère supérieur comprise entre le gneiss du Feldberg et le granit et les roches éruptives de la bande du Blauen au Habsberg.

On peut remarquer l'allure irrégulière de ce pli, car la bande de Schœnau ne correspond qu'à celle de Ronchamp et Belfort en direction hercynienne, tandis que la région de grauwacke du ballon de Guebwiller aurait pour homologue le massif de gneiss de l'E. de Fribourg. Y aurait-il là une surélévation locale de la région qui aurait fait disparaître toutes les assises sédimentaires ? Cependant la région de Fribourg est bien un anticlinal, ainsi que l'indiquent les affleurements du grès bigarré à l'O. de Villingen.

Cet anticlinal est suivi d'un synclinal passant par Waldkirch et Triberg : ce pourrait être la suite du synclinal de Guebwiller. Le géosynclinal du S. se diviserait en deux, la branche S. passant par Schœnau, la branche N. par Waldkirch et Triberg, les deux séparées par le massif de gneiss de Fribourg (1).

2° Puis vient le grand anticlinal vosgien qui forme en France le sous-sol du S. des monts Faucilles (région tabulaire du N. de Plombières), puis passe par Remiremont, Gérardmer, Sainte-Marie-aux-Mines, rencontre le bord de la Forêt-Noire aux environs de Lahr et gagne Freudenstadt après avoir porté les dépôts du grès vosgien à près de 1 000 mètres.

2' Au N. s'étend une bande occupée par des plis pincés de schistes métamorphiques (Villé) et de granits récents, à laquelle correspond dans la Forêt-Noire la région de roches éruptives au N.-E. d'Offenburg et à l'E. d'Achern.

3° Le synclinal de Schirmeck, renfermant, dans les Vosges, du dévonien, du culm et des roches éruptives d'âges carbonifère et permien. Pour le retrouver dans la Forêt-Noire, il faut aller jus-

1. D'ailleurs la découverte toute récente de gisements de potasse dans le permien (?) des environs de Thann et de Guebwiller confirme encore le caractère synclinal de cette bande (*Revue industrielle de l'Est*, numéro du 10 mars 1907).

qu'à Baden-Baden, car c'est là seulement qu'on retrouve du permien avec ses roches éruptives (Fremersberg, Gernsbach, etc.). Le prolongement semble passer au S. de Neuenburg et de Pforzheim, à en juger par les affleurements du grès bigarré. Ce pli se prolonge vers le S.-O. en rejoignant à Saint-Dié le pli de Villé, puis se continue au S.-O. par Bruyères où se voit une apophyse vers le S.-O. des dépôts permien. Puis il franchit la Moselle à la région affaissée d'Arches et Archettes, et enfin semble renfermer les schistes métamorphiques du N. de Bains-les-Bains et les quelques pointements de tels schistes et de grauwackes qui apparaissent sur la feuille de Langres. On admet qu'il se relie au pli de Blanzay sur les bords du Massif Central. D'ailleurs ce pli, ainsi que le précédent et le suivant (de Celles), se soudent et même se relayent souvent entre eux⁽¹⁾.

4° Le pli de la vallée de Celles, dont une récurrence sous le grès permien donnerait la flexure brusque de cette vallée. Le sommet (racine) est par endroits injecté de granulite considérée comme récente (granulite de Raon-l'Étape). On sait cependant que les granulites de la chaîne hercynienne (Bretagne, Vosges, etc.) sont ordinairement dévoniennes, c'est-à-dire antérieures au premier soubresaut du plissement; par suite la surélévation locale qui a lieu à Raon-l'Étape résulte peut-être non d'une injection contemporaine du plissement, mais de la présence d'un culot éruptif ancien resté simplement en saillie (cf. le mont Blanc dans les Alpes). Ce pli est d'ailleurs un anticlinal qui peut parfois être couché. Il se prolonge au S.-O. par Épinal (granulite de la Vierge, d'aspect parfois cristallophyllien), puis par les pointements de granit de la région Châtillon-sur-Saône, Passavant, etc. (feuille de Langres). Vers le N.-E., ce pli doit être fort difficile à suivre sous les dépôts du grès des Vosges. Il semble atteindre la vallée du Rhin à l'éperon de Wasselonne et là se perd sous les sédiments récents.

5° Le pli déterminé sur la Meurthe par la flexure d'Azerailles passe à 1 ou 2 kilomètres au N. de Cirey et semble gagner au N.-E. Wissembourg en longeant les bords des affleurements du

1. M. VÉLAIN, *Bull. C. G. France*, VI, 1894-1895, feuille de Strasbourg, p. 158, aligne le granit de Grandrupt avec celui du Rossberg. Il existe cependant l'extrémité du synclinal de Schirmeck entre les deux. Je considérerais plutôt le granit de Grandrupt comme injectant la racine du pli de Celles.

grès vosgien : schistes métamorphiques de Weiler près de Wissembourg; granit du Jægerthal au N. et près Niederbronn⁽¹⁾. En particulier, d'après le travail de M. Linck, on a dans le Palatinat des pointements de gneiss et de schistes métamorphiques (*gneiss-artige z. T. grauwackeähnliche Gesteine*) à Selz, Albertsweiler et Neustadt. Plus au S., à Weiler près Wissembourg, des « schistes passant à la grauwacke »; d'où un âge dévonien, d'ailleurs hypothétique en l'absence de fossiles, traversé par des filons de porphyrites, minettes, kersantites (cf. dévonien de Schirmeck). Les couches sont très redressées et ont un plongement plutôt S. sur les profils de la planche I. On est donc en présence du flanc N. d'un synclinal, ou d'un pli isoclinal couché vers le N. ou le N.-N.-O. D'ailleurs, il existe un pointement de granit au S.-O., au Jægerthal près de Niederbronn. Ce granit semble donc jouer le même rôle par rapport à la grauwacke de Weiler que le granit carbonifère d'Andlau par rapport au dévonien de Schirmeck. Donc il semble que le dévonien occupe les extrémités N.-E. des plis d'Azerailles et de Mont (Edenkoben, Landau).

Le pli d'Azerailles passerait par le granit du Jægerthal, qui injecterait alors la racine d'un anticlinal — ou peut-être même le pli de Mont-sur-Meurthe, en vertu de la virgation E. de l'extrémité N.-E. des plis (S. de la *Mulde von Saargemünd* de la carte de van Werwecke).

Au S.-O., se bifurquant peut-être⁽²⁾, il passe aux environs de Charmes et de Mirecourt.

D'ailleurs, à partir de ce moment, nous sommes dans le géosynclinal lorrain, ce qui se traduit, comme dans tous les cas analogues (bassin carbonifère de Bretagne, etc.), par une multiplication et une complication des plis secondaires.

C'est ainsi, par exemple, qu'un ridement secondaire apparaît déjà à Gerbéviller et Moyen.

6° L'anticlinal de Blainville, Mont-sur-Meurthe. Passe dans la direction N.-E., un peu au N. de Lunéville, et atteint la Sarre près de Saar-Union, où les affleurements du grès bigarré envoient un éperon vers l'E., puis se perd sous les sédiments du grès vosgien

1. G. LINCK, *Geognostisch-petrographische Beschreibung des Grauwaeken-Gebietes von Weiler bei Weissenburg* (Abhandl. z. geol. Spezk. von E. Loth, III, 1891, p. 1 à 73).

2. Communication inédite de M. Nicklès.

et doit atteindre la vallée du Rhin, probablement aux environs de Landau [pointements de granit et de schistes métamorphiques du Palatinat : Weiler près Edenkoben ⁽¹⁾]. Au S.-O. ce pli se prolonge dans la région d'Haroué ⁽²⁾.

7° Le grand synclinal de Sarreguemines, dont l'allure est si nette et si régulière aux environs de cette ville. Son prolongement vers le S.-O., probablement bifurqué, présente des changements de direction irréguliers et assez compliqués. Les fosses de Brin et de Drouville, si remarquables par le développement du gîte salifère lorrain, en sont probablement des dépendances. Au N.-E. il semble présenter une virgation O.-E. Passerait-il dans la région basse entre la Forêt-Noire et le massif cristallin de l'Odenwald ? Cependant, cette dépression résulte de la rencontre des failles de l'Odenwald avec celles du Rhin ⁽³⁾ et n'a pas les allures d'un synclinal. Ce synclinal est fort large sur le territoire allemand. Il a paru marquer pour bien des auteurs allemands (Leppia, etc.) le fond du géosynclinal entre les Vosges et le massif rhénan.

8° Deux ridements secondaires dont les prolongements sur le territoire français ainsi que vers le Rhin sont encore assez hypothétiques : l'anticlinal de Morhange (*Sattel von Mörchingen*) et le synclinal de Landroff (*Mulde von Landorf*). Ils n'ont peut-être que la valeur de ridements secondaires du géosynclinal.

9° Enfin le grand anticlinal lorrain (*lothringischer Hauptsattel* des Allemands). Il présente dans la région de Sarrebruck où il a été reconnu pour la première fois un anticlinal du houiller affectant les nappes de charriage ⁽⁴⁾. Cet anticlinal stéphanien est probablement juxtaposé de très près, sinon superposé à un pli d'âge dinantien, peut-être même déjà dessiné lors du ridement calédonien. Il se prolonge ensuite en Lorraine sous forme d'un puits de deux anticlinaux des terrains secondaires. La carte de M. van Werwecke indique en effet d'abord un anticlinal de terrains secondaires décalé vers l'O. par rapport à l'anticlinal du houiller au N. de la faille de la Sarre. Au S.-O. de cette faille, un autre

1. LEPLIA, *Ueber das Grundgebirge der Pfälzischen Nordvogesen* (*Zeitsch. der deutschen geolog. Ges.*, XLIV, 1892, p. 400 à 438).

2. Communication inédite de M. Nicklès.

3. G. DEFFNER u. O. FRAAS, *Die Juraversenkung bei Langenbrücken* (*N. Jahrb. f. Min.*, 1859, p. 1-38, cart. pl. IV).

4. BERGERON et WEISS, *C. R. Ac. Sc.*, 15 juin 1906.

anticlinal, puis au S.-O. de la faille de Felsberg (*Verwerfung von Felsberg* de van Werwecke), l'anticlinal lorrain (*lothringischer Hauptsattel*). Ce dernier semble, d'après la même carte, dégénérer en deux anticlinaux : 1° celui du S. (charbons flamboyants de Spittel [L'Hôpital]), qui, interrompu par une faille à Bambiérsdorf, semble atteindre, à défaut d'études de surface plus complètes, la région d'Abaucourt sur le territoire français; 2° celui du N. qui, de Kohlwald, coupé par plusieurs failles, gagne Bingen (Bange), puis, relayé par un autre plus au N.-O., gagne par une ligne sinueuse, qu'il serait intéressant de voir préciser par des études de surface, la région d'Éply et de Pont-à-Mousson sur le territoire français. Entre les deux, sur le territoire français, se trouve la faille de Nomeny relevée par MM. Nicklès et Joly, qu'il serait aussi très intéressant de suivre vers le N.-E. Entre les deux plis aussi, la même carte indique une région affaissée près de Bange. C'est d'ailleurs à l'O. de cette cuvette que les sondages de Lemud, de Berlize, etc., ont rencontré le houiller rouge. On doit remarquer les nombreuses sinuosités et la complication des trajets de ces anticlinaux, qui peuvent se décomposer en suite de dômes fortement arqués et réniformes. La carte de M. van Werwecke s'arrête malheureusement à trop grande distance de la frontière pour qu'il n'y ait pas dans ces raccordements une certaine part d'hypothèse que réduiraient beaucoup des études sur le terrain⁽¹⁾.

10° Au N. du grand anticlinal lorrain se rencontrent quelques accidents secondaires : le synclinal de Boulay (Bolchen), l'anticlinal de Metz (*Sattel von Metz*) sur le bord S. du golfe de Luxembourg et coupé par la grande faille du même nom.

11° L'anticlinal de Sierck (*Sattel von Sierck*) à environ 3 kilomètres au S. de la ville, qui fait affleurer les quartzites dévoniens sur le bord de la Moselle, et au S. duquel on a relevé un réseau de nombreuses failles parallèles de direction S.-O., N.-E.

12° Le géosynclinal : golfe de Luxembourg.

On peut remarquer dans toute cette région le parallélisme des failles aux plis hercyniens de l'Ardenne ainsi que leur virgation vers le N.-N.-E. aux environs de Trèves. La région entre Birken-

1. Communications inédites de M. G. Sépulchre (1906).

feld et Bitburg semble être une aire de moindre largeur, par suite peut-être de maximum de compression entre le massif de la Sarre et de la Nahe (*Saar-Nahe Gebirge*) et l'Ardenne.

13° Enfin, le bord dévonien S. de l'Ardenne présentant une virgation des plis, d'abord O.-E., puis S.-O., N.-E. vers leur extrémité N.-E.

L'Ardenne étant une nappe charriée hercynienne, on peut remarquer la communauté d'allure de son bord S. (failles bordières relevées vers le N. aux extrémités) avec les accidents qui limitent au S. les « différentes écailles » (?) de la région de Sarrebruck, et aussi les failles de Nomeny et de Mazerulles de la région française.

II — Ondulations transversales

Si l'on suit les variations de l'arasement le long d'un même pli, et que l'on ait de plus égard à ce fait que le granit se trouve de préférence dans les parties hautes, où il injecte des racines profondes d'anticlinaux, on remarque dans la région plusieurs ondulations transversales à très grand rayon de courbure et d'allure d'ailleurs fort irrégulière.

1° Les monts Faucilles et les Vosges jusqu'à Gérardmer forment une région surélevée et consolidée par le granit. En effet, les terrains secondaires sus-jacents sont, dans les monts Faucilles, soumis au régime tabulaire au S. de la direction hercynienne d'Azerailles — Mirecourt. D'ailleurs, ce dôme se prolonge au N.-O. dans les terrains secondaires, par une bande surélevée bordée au N.-E. par la faille ou flexure brusque de la Meurthe (Ménil-Flin, Lunéville, Le Moulnot, etc.), au S.-O. d'abord par la faille de Blainville — Saint-Phlin, puis peut-être par des failles en gradins (à Bayon, dans la Moselle?).

Cette limite O. est d'ailleurs difficile à saisir à cause de l'affaissement du bassin de Paris qui semble commencer à se faire sentir et donne à tous les pendages une composante O.

2° A l'E. et au N.-E., une bande affaissée de direction générale sinueuse et voisine de N.-S. C'est cette ondulation qui a conservé le culm et le dinantien des hautes vallées du S. des Vosges (pli de Thann — Schœnau) au-dessus et à l'O. des failles du Rhin, ainsi

que sur l'anticlinal vosgien les schistes du Collet, près de la Schlucht, les schistes de Steige, puis le dévonien et le culm de la vallée de la Bruche, dans le pli de Schirmeck. On connaît d'ailleurs le plongement N.-E. qu'a parfois le dévonien dans ce pli ⁽¹⁾. Par contre, les extrémités N.-E. de ces plis dans la Forêt-Noire sont en général dépourvues de tout terrain sédimentaire antérieur au permien.

C'est à cette fosse que correspond le développement parfois considérable du permien dans le N. des Vosges et dans le S. du géosynclinal lorrain. Elle doit produire dans le géosynclinal le fond de la dépression de Sarreguemines et peut-être correspondre aux dépôts les plus profonds du westphalien inférieur (*Fettkohlen von Saarbrücken* — couches inférieures de Sarrebruck). Elle passe aux environs de Sarralbe et Sarreguemines et paraît atteindre l'anticlinal houiller au S.-O. de Sarrebruck, dans la région du maximum de dislocation des terrains des nappes. Quelle est son action sur ces lambeaux charriés? Franchit-elle l'anticlinal? L'anticlinal de Sierck en est-il affecté? Le fait pourrait être assez facilement vérifié.

3° A l'E. se manifeste un relèvement dont l'axe d'ailleurs mal déterminé passe à l'E. de Schœnau; de sorte que le synclinal de Thann ne renferme plus dans la Forêt-Noire qu'une mince bande de paléozoïque; puis il occupe sensiblement l'axe des affleurements cristallins de la Forêt-Noire, passe le Rhin vers Baden-Baden et Rastatt, et gagne la région de Wissembourg, Edenkoben et Landau. Ce bombement étant très large, l'axe peut en être reporté peut-être plus à l'E., de manière à lui faire encore englober le massif cristallin de l'Odenwald.

C'est grâce à ce relèvement en particulier que des plis comme ceux d'Azerailles et de Mont peuvent présenter dans ces régions des racines profondes injectées de granit (Jægerthal), ou des grauwackes dévoniennes et des schistes métamorphiques ⁽²⁾, [*gneissartige Gesteine*; cf. schistes de Villé].

On peut tirer des faits précédents la conclusion suivante: les deux masses cristallines des Vosges, d'une part, et du soubasse-

1. Il ne faudrait cependant pas attribuer à ce fait une valeur trop absolue, l'effondrement du Rhin pouvant simplement dégénérer en flexure au-dessus des failles principales, dont elle serait l'amorce. Ce pendage E. a donc pu être exagéré à l'oligocène.

2. G. LINCK, *loc. cit.*, et LEPLA, *loc. cit.*

ment de la Hardt et de l'Odenwald, de l'autre, ont dû jouer par rapport aux terrains plastiques (houiller, culm) du géosynclinal lorrain et au horst ardennais dévonien et cambrien le rôle de butoirs, relativement rigides, d'où, comme l'étude d'autres cas semblables l'a montré (Ardennes, Appalaches, etc., massifs granitiques des Alpes), se manifeste une tendance bien nette au recouvrement.

D'ailleurs, les massifs consolidés par du granit et de la granulite antérieurement au plissement hercynien ont dû produire le déjettement des plis sur leurs bords, comme des vagues contre des îles. C'est le fait qui a été signalé par M. Haug, notamment pour les plis du Briançonnais venant buter contre les granits du Pelvoux et du Mercantour. Il est d'ailleurs fréquent, dans les Alpes et aussi en Bretagne, ce qui a de l'intérêt en l'espèce, le degré d'arasement de la Bretagne étant voisin de celui des Vosges. Il résulte de là que des plis tels que celui de Mont-sur-Meurthe doivent avoir leur prolongement S.-O. relevé vers le N. par le voisinage du massif de gneiss granulitique qui affleure par endroits sous le grès bigarré tabulaire et faillé, à environ 15 kilomètres au S. de Vittel. La vérification de ce fait serait très intéressante. Réciproquement, la déviation vers le N. des plis des terrains secondaires peut indiquer la présence vers le S. d'un éperon cristallin en avant de l'anticlinal vosgien : si toutefois les récurrences ne sont pas trop fortement faussées par des plis couchés ou des nappes de charriage des terrains paléozoïques, ou même et principalement par les érosions des époques permienne et triasique.

Or, ce phénomène des plis couchés et des charriages tend précisément à se produire toutes les fois qu'une zone abaissée de terrains d'une plasticité relative se trouve comprimée, par suite rétrécie entre deux massifs rigides formant mâchoires. Ici, les deux massifs sont, au S., l'anticlinal vosgien et ses apophyses et, au N., le horst ardennais et rhénan. Je n'insisterai pas sur le fait général, ce qui m'entraînerait trop loin. Il résulte de l'étude de toutes les régions de plissements intenses. Les cartes des Appalaches notamment, ces portions de la chaîne hercynienne où les plissements offrent une ampleur et parfois une simplicité de schémas, montrent que des recouvrements se produisent toujours et de préférence contre le bord du massif qui par son avancée donne lieu aux dislocations : telles des vagues repoussées par la proue d'un ba-

teau⁽¹⁾. On sait d'ailleurs à l'appui de ce fait⁽²⁾ que le massif houiller de Sarrebruck se composerait d'une ou de plusieurs nappes charriées, et que certains plis vosgiens, tel le synclinal de Schirmeck, ont une tendance marquée au déversement vers le N.-O.

III — Sur la présence possible d'ondulations antéhercyniennes dans les Vosges

Cette étude assez difficile semble ne pouvoir guère être abordée qu'en procédant par continuité avec les régions hercyniennes voisines. On sait que des ondulations de la chaîne calédonienne ont été relevées d'abord en Bretagne : 1° plissements posthuro-niens, au précambrien : différents facies de cet étage, phénomènes détritiques consécutifs pendant le cambrien ; 2° plissements calédoniens, entre le gotlandien (schistes à graptolithes) et le dévonien. En Bretagne, ces ondulations étaient presque superposées aux plis hercyniens. (Voir M. BARROIS, *passim*.)

Une région plus rapprochée des Vosges, et qui en est le prolongement hercynien au S.-O., le bord N. du Massif Central porte, d'après M. de Launay, les traces des époques principales de dislocation⁽³⁾ dont deux antécarbonifères. La première a déterminé la montée du granit dans les anticlinaux et sa pénétration en filons dans les schistes qu'il a modifiés. Puis une deuxième dislocation a fait naître une longue bande de granulite entre Bonnat (Creuse) et Cérilly (Allier). Cet accident d'âge difficile à préciser aurait eu pour conséquence la formation des filons d'étain du Limousin. On sait que le Massif Central est arasé jusqu'aux racines les plus profondes des plis et même par endroits jusqu'au delà de ces racines. Les phénomènes de plissements anciens ne peuvent donc plus y apparaître que par les intrusions granitiques. Qu'il existe des gneiss siluriens dans le Massif Central, c'est possible : cela pourrait expliquer, aussi bien que l'émersion, l'absence de ces dépôts sédimentaires entre la Montagne-Noire et l'Ardenne.

1. Voir BAILY WILLIS, *Congrès géol. internat. de Vienne*, t. II, p. 529, 1903, et *Geological Atlas of the United States*, feuilles relatives aux États de Virginie, Tennessee, Pensylvanie, et *passim*.

2. BERGERON et WEISS, *C. R. Ac. Sc.*, 15 juin 1906.

3. *Bull. Soc. géol. France*, (3) XVI, 1887-1888, p. 1058.

Cependant, la présence de phyllades (Allassac, Donzenac, etc.) montre que, s'il existe, comme cela semble admis pour les Alpes, un métamorphisme régional antédévonien, ce métamorphisme n'a pas affecté également tous les sédiments du Massif Central, pas plus d'ailleurs que ceux des Vosges et de la Forêt-Noire. Quant à la direction même de ces dislocations antécarbonifères du Massif Central, elles semblent esquisser déjà d'assez près celles de la chaîne hercynienne, à en juger par la carte de M. de Launay.

Si maintenant on passe à l'Ardenne, la région voisine du N.-O., on sait, d'après les travaux de M. Gosselet, que, à la fin du silurien, une ondulation (calédonienne) avait créé côte à côte deux synclinaux : celui de Dinant et celui de Namur, réunis seulement à partir du dévonien moyen en un seul bassin de sédimentation.

L'Ardenne a été d'abord plissée pendant le silurien, ce qui fait dire à M. Gosselet (1) : « Pendant que le silurien se déposait en Angleterre, l'Ardenne éprouva des dislocations considérables dont l'ensemble peut porter le nom de ridement de l'Ardenne. Par suite de ces mouvements, les couches acquirent la disposition inclinée et la structure plissée que nous leur voyons aujourd'hui. »

Les directions qu'elles prirent varient avec leur position géographique primitive. Dans la partie N. du massif de Stavelot : O. 45° S., dans la partie S.-O. 25° S. A l'extrémité E. du massif de Rocroy elle est à l'O. 15° S., à l'extrémité O., O. 10° N. Dans le Condros et le Brabant elle est : O. avec tendance vers le N. On voit que ces directions coïncident presque avec les directions hercyniennes, mais les dislocations qui ont produit postérieurement le chevauchement de l'Ardenne vers le N. ont eu une telle influence sur le redressement de ces couches que leurs pendages primitifs doivent s'en trouver masqués. Ce qui peut donner des renseignements plus précis, c'est l'étude de la discordance du dévonien sur le cambrien.

C'est ainsi qu'à la Roche, à Fépin, on observe le poudingue dévonien presque horizontal sur le cambrien avec plongement de 25° vers le S. à S.-E. Le volume des éléments indique bien des falaisés cambriennes.

La discordance sur le massif de Stavelot est moins manifeste,

1. *L'Ardenne*. Paris, Baudry, 1888, p. 152.

mais ne peut cependant pas être mise en doute. Le poudingue gédinnien ne s'y montre qu'en couches presque horizontales et toujours sur les plateaux, « tandis que dans les vallées un peu profondes, on trouve les roches siluriennes avec une direction indépendante et une inclinaison plus ou moins forte » (1).

Le long de la bande du Condros, de même, variations des angles de plongement vers le S. A Ombret, entre Liège et Huy, les schistes siluriens plissés avant l'époque dévonienne plongent en partie vers le N. 10° E. On voit alors le poudingue dévonien reposer sur la tranche des schistes avec l'inclinaison S. 35° E.

Dans le Brabant, plongement S. du dévonien de 5 à 20°, et du silurien voisin, de 75° dans la même direction ; donc, discordance moyenne entre les deux de 70 à 55° (2).

Cette discordance a été signalée d'abord par Sauvage et Buignier, puis par Dumont, puis par MM. Gosselet et Malaise, von Dechen en 1874 et 1883. M. von Lasaulx a émis l'opinion contraire en 1884 ; il suppose un glissement du poudingue dévonien sur le massif cambrien de Rocroy, d'où résulterait pour l'Ardenne une structure écailleuse. Or, d'après M. Gosselet, les minéraux du poudingue sont toujours empruntés au terrain sous-jacent, ce qui rend peu admissible l'hypothèse de M. von Lasaulx.

D'après le même savant, la pente du massif était, au commencement du dévonien, vers l'E. De ce côté était la mer et de l'autre côté le continent. Le mouvement de bascule en sens inverse ne s'est produit qu'au jurassique.

Cependant, de l'examen local de ces discordances, il serait fort difficile de faire des déductions touchant le plissement calédonien de l'Ardenne et l'allure des différentes crêtes. La carte de la région au début de l'époque dévonienne nous donne heureusement de précieuses indications à ce sujet (3).

Une chaîne de montagnes constituait la presqu'île de Rocroy, où les discordances sont maximum avec le poudingue, reliée par un banc sous-marin à l'îlot de Serpont. Cette arête avait une direction O.-E. 10° à 25° N. Au S., un synclinal, le golfe de Charleville, puis une arête locale à Givonne, et enfin la région alors émergée de la France (qui se liait peut-être au massif monta-

1. DUMONT, *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan*, p. 242.

2. *L'Ardenne*, p. 173.

3. *L'Ardenne*, pl. VII.

gneux du Massif Central). Au N. de cette chaîne de Rocroy, un synclinal, le bassin de Dinant au N.-E. duquel s'étendait l'île de Stavelot, où les plissements du silurien étaient peut-être plus faibles, à en juger par la moindre discordance avec le dévonien. Au nord enfin, la crête montagneuse du Condros, séparée de l'île de Stavelot par le détroit d'Aix-la-Chapelle, et bordant au S. le massif montagneux du Brabant où les terrains siluriens semblent avoir déjà été déjetés vers le N. légèrement O.

Doit-on conclure, comme on serait tenté de le faire *a priori*, que les plissements hercyniens (dinantiens) ont été purement et simplement superposés à ces plissements calédoniens? Non, il n'en est même rien, en bien des points. Ainsi, dans le puits de Caffiers (Boulonnais), on a un plongement du dévonien vers le S.-S.-O., par contre un plongement du silurien de 35 à 45° N.-N.-E. Par contre, si on passe à la région plus méridionale de Douai, on constate au moyen des fossiles un passage presque insensible du silurien au dévonien par stratification concordante (1).

La crête du Condros semble cependant avoir été déjà un anticlinal et les deux bassins de Dinant et de Namur deux synclinaux. Le ridement du Hainaut consécutif au westphalien fit rejouer le pli du Condros enfui sous les sédiments dévoniens et dinantiens. C'est alors qu'eut lieu le charriage de l'Ardenne par suite duquel les superpositions de plis en position et en direction ont dû être détruites.

Si maintenant on examine le prolongement S.-E. de la mer dévonienne sur la carte de M. Gosselet, on constate que le rivage S. du bras de mer qu'il appelle « bassin de Neufchâteau » passe entre Virton et Longwy, laissant Thionville au S., et que Luxembourg est immergé un peu au S. de l'axe du bassin.

On peut donc dire que les bassins de Dinant et de Namur étaient des branches du géosynclinal calédonien, ainsi que le bassin de Neufchâteau, superposé en partie au golfe de Luxembourg. Quant à la région plus au S., elle constituait une aire anticlinale émergée.

La carte que donne M. de Lapparent (2) diffère un peu de celle

1. Voir GOSSELET, *Les Assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du nord de la France*. Fasc. 1 : Région de Douai (*Étude des gîtes minéraux de la France*). Paris, 1904, p. 3.

2. *Traité de géologie*, 1906, p. 843.

de M. Gosselet. Il fait passer sur les Vosges la mer éodévonienne, par suite de la présence de galets à spirifer dans le grès vosgien. Mais ces galets peuvent fort bien venir de la Province Rhénane ainsi que la plupart des quartzites de ces éléments. De plus, il ne semble guère y avoir de terrains autres que les schistes de Steige et de Longemer entre les granits et gneiss anciens et le dévonien (cifélien) des plis de Schirmeck et de Thann.

Un fait pourtant qui ressort de cette rapide étude d'ensemble : c'est que la région bretonne, le N. du Massif Central peut-être et sûrement la région ardennaise, probablement jusqu'au golfe de Luxembourg, étaient englobés dans le géosynclinal calédonien. C'en était peut-être la partie S. Toutes ces régions présentaient de nombreuses rides montagneuses, peut-être moins importantes que celles de la période suivante, à plus grands rayons et sans recouvrements, mais n'en existant pas moins et dont les directions faisaient, en Bretagne et dans l'Ardenne du moins, des angles assez faibles avec celles des plissements hercyniens.

C'est pour la partie S. : géosynclinal lorrain et anticlinal vosgien que les documents nous manquent un peu, surtout en l'absence de dépôts siluriens.

Des études récentes ont montré une certaine analogie de structure entre le bassin de Sarrebruck et l'Ardenne ; à savoir : les terrains du flanc S. d'un anticlinal renversés vers le N. pendant le deuxième soubresaut hercynien, puis charriés par-dessus. L'anticlinal de Sarrebruck (*lothringischer Hauptsattel* de van Werwecke) pourrait donc peut-être jouer par rapport au bassin de Sarrebruck un rôle analogue à la crête du Condros par rapport à l'Ardenne. Il y a d'ailleurs tout lieu de croire que, comme l'arête du Condros, l'anticlinal de Sarrebruck résulterait d'un premier plissement d'âge calédonien. En effet, le bord N. du bassin de Sarrebruck est formé de dévonien et le bord S., de roches cristallophylliennes ou de granit. Cependant, les conglomérats de base du westphalien (*Fettkohlengruppe*) renferment un grand nombre de galets de quartzites verdâtres sériciteux, de phyllades, et même de kieselschiefer (*) [gotlandien, par analogie avec ceux du

1. LEPPLA, *Das Saarbrücker Steinkohlengebirge in der Steinkohlenbergbau des preussischen Staates in der Umgebung von Saarbrücken*. Berlin, 1904, p. 10.

J'ai moi-même retrouvé toutes ces roches dans les conglomérats houillers qui m'ont été communiqués des sondages de Meurthe-et-Moselle.

grès vosgien] qui indiquent nettement la présence d'arêtes paléozoïques probablement cambriennes et siluriennes arasées par le westphalien, par suite peut-être émergées pendant le dévonien. L'anticlinal calédonien était-il superposé ou juxtaposé à l'anticlinal hercynien ? C'est un problème qui a de grandes chances de demeurer à jamais insoluble. Toujours est-il que son existence paraît fort probable. On peut objecter que, s'il avait existé une telle arête pendant l'éodévonien, cet étage aurait pris à son voisinage un faciès détritique analogue à celui de Fépin. Or, je ferai remarquer que les courants marins de l'époque pouvaient emporter les matériaux vers la mer plus ouverte de l'E. et du N.-E., et que les plus durs peuvent exister à l'état d'éléments dans les grès et conglomérats du coblentzien des provinces rhénanes. De plus, s'il y avait eu destruction sur place pendant le dévonien, cette destruction aurait donné lieu surtout à des grès et conglomérats encore mal cimentés, par suite facilement remaniés par les torrents de l'époque westphalienne.

La question se pose alors de savoir si le premier soubresaut hercynien (de l'époque du culm ou dinantien) a affecté le géosynclinal. Les Vosges ont subi le plissement sans aucun doute, j'ai insisté plus haut sur ce fait. Mais, dans le géosynclinal, la présence de dépôts westphaliens supérieurs indique un calme relatif à partir de cette époque, tout au moins sur le flanc S. de l'anticlinal de Sarrebruck. Les plissements dinantiens du géosynclinal seraient de ce fait peut-être antérieurs à ceux des Vosges.

Si maintenant on passe aux Vosges, on constate que les dépôts les plus anciens du dévonien sont ceux de l'eifélien de Schirmeck qui présentent un faciès plutôt argilo-calcaire (grauwacke). Cependant, des fossiles eiféliens ont été trouvés dans une arkose à galets de quartz rappelant les couches de Burnot ; de même sur le revers méridional des Vosges. Il en résulte que ce dévonien moyen prend par endroits un faciès détritique, ce qui est encore une preuve en faveur de l'absence du dévonien inférieur. Les assises sous-jacentes se composant plutôt de granits anciens et de gneiss, en mettant à part toutefois les schistes métamorphiques de Longemer et de Villé, il est vraisemblable d'admettre que ce territoire cristallin, s'il s'est plissé à l'époque calédonienne, n'a pu guère acquérir que des ondulations à assez grand rayon de courbure, moins accentuées que celles de la région ardennaise

et luxembourgeoise. Une observation qui serait très intéressante à faire serait celle du contact, ou tout au moins d'une différence d'allure entre les schistes de Villé et le dévonien de Schirmeck. Elle n'a pas été faite et semble presque impossible par suite des intercalations de granit. D'ailleurs, le pli de Villé se composant d'isoclinaux redressés, il semble que le plissement y ait acquis son maximum d'intensité, et que toute trace de dislocation antérieure au premier plissement hercynien ait été effacée.

Quoi qu'il en soit, si l'on se reporte aux contours probables des mers dans la région, on remarque au dévonien inférieur une côte sensiblement N.-O. — S.-E. aux environs de Luxembourg; au dévonien moyen, il semble que la Forêt-Noire et l'Allemagne centrale aient été émergées. On aurait donc eu une côte de direction plutôt N.-S. dans les environs des Vosges (*). Cette direction du rivage serait-elle déterminée par d'anciens plissements soit cambriens, soit ayant joué lors de la chaîne calédonienne ?

On peut admettre à la suite de M. Suess, pour ces très anciens plissements, que les bandes de gneiss et de micaschistes en dessinent les flancs et que les granits et granulites injectent les parties les plus profondes des racines. Or, si on examine les gneiss et les granits anciens des Vosges, on trouve d'abord à l'O. le massif des granulites d'Épinal en grande partie caché sous le trias, puis à l'E. la bande de gneiss qui va de Remiremont (4 kilomètres à l'O.) à Bruyères, limitée au N.-O. par la vallée de la Vologne, et au S.-E. par la bande de granulite qui va de Vecoux aux environs de Granges. Cette bande de gneiss a une direction N. 30° E. faisant un angle très marqué vers le N. avec la direction hercynienne. La bande suivante de granulite a sensiblement même direction : elle est d'ailleurs plus récente que le gneiss qu'elle injecte. Puis à l'E. vient un massif assez complexe, le massif cristallin des hautes Vosges contenant au N.-O. l'importante bande de gneiss qui part de l'Envergoutte au S. par Clefcy, La Croix-aux-Mines et va rejoindre les schistes de Villé aux environs de Lubine, avec la même direction N. 30 à 35° E. que les premiers gneiss, avec une très légère virgation vers l'E. à l'extrémité N.-E. A l'E. ensuite, le grand massif de granit envoie une longue apophyse de granit à amphibole sur le flanc E. de cette

1. DE LAPPARENT, *Géologie*, 1906, p. 855 (carte).

bande et parallèlement à elle, suivant le bord gauche de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines. On peut encore remarquer que le massif de granulite, ainsi que les schistes plus ou moins injectés de Longemer et les schistes du Collet, d'aspect plus sédimentaire, ont encore même direction, sinon encore plus S.-N. ; de même aussi la bande de gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines. Cette orientation a d'ailleurs déjà été observée et citée par M. Velain (1). Si maintenant on passe à la Forêt-Noire, on remarque que telle est aussi la direction des gneiss de la région du Feldberg et des granits anciens de la chaîne.

Si donc on admet que le gneiss soit d'âge cambrien ou antécambrien (2), on aura un premier plissement (huronien) [3] affectant dans les Vosges une direction moyenne N. 30 à 35° E. accompagné d'un métamorphisme régional antérieur ou postérieur. Lors de la formation de la chaîne calédonienne, ce massif dut rejouer, mais plutôt par ondulations à grand rayon, comme il convient à une masse ayant déjà perdu en grande partie sa plasticité. Ces ondulations s'accompagnèrent de fractures filoniennes avec intrusion de microgranulites, etc. Les granulites, qui injectent les gneiss et les granites, pourraient peut-être être rapportées à cette époque, par analogie avec d'autres parties voisines, dans la chaîne hercynienne. Leur intrusion dans les schistes de Longemer et du Collet de facies cambrien semble être une présomption en faveur de cette opinion. La forme massive et irrégulière de leurs affleurements, avec cependant une tendance à un alignement parallèle aux gneiss anciens, indique que ces culots devaient injecter des racines de dômes larges et irréguliers superposés à des points de moindre résistance de la masse cristalline et démantelés ensuite par les érosions des époques du culm, du permien et du trias.

Ce seraient ces plissements calédoniens qui auraient déterminé l'allure du rivage de la mer dévonienne dans la région des Vosges. C'est peut-être à ces plissements que l'on doit la forme

1. VELAIN, *loc. cit.*

2. Il y aurait dans la vallée de la Lièpyre, d'après M. Groth, des gneiss anciens et des gneiss plus récents, injectés eux-mêmes encore par les granulites. Les gneiss cités plus haut appartiendraient à cette dernière variété.

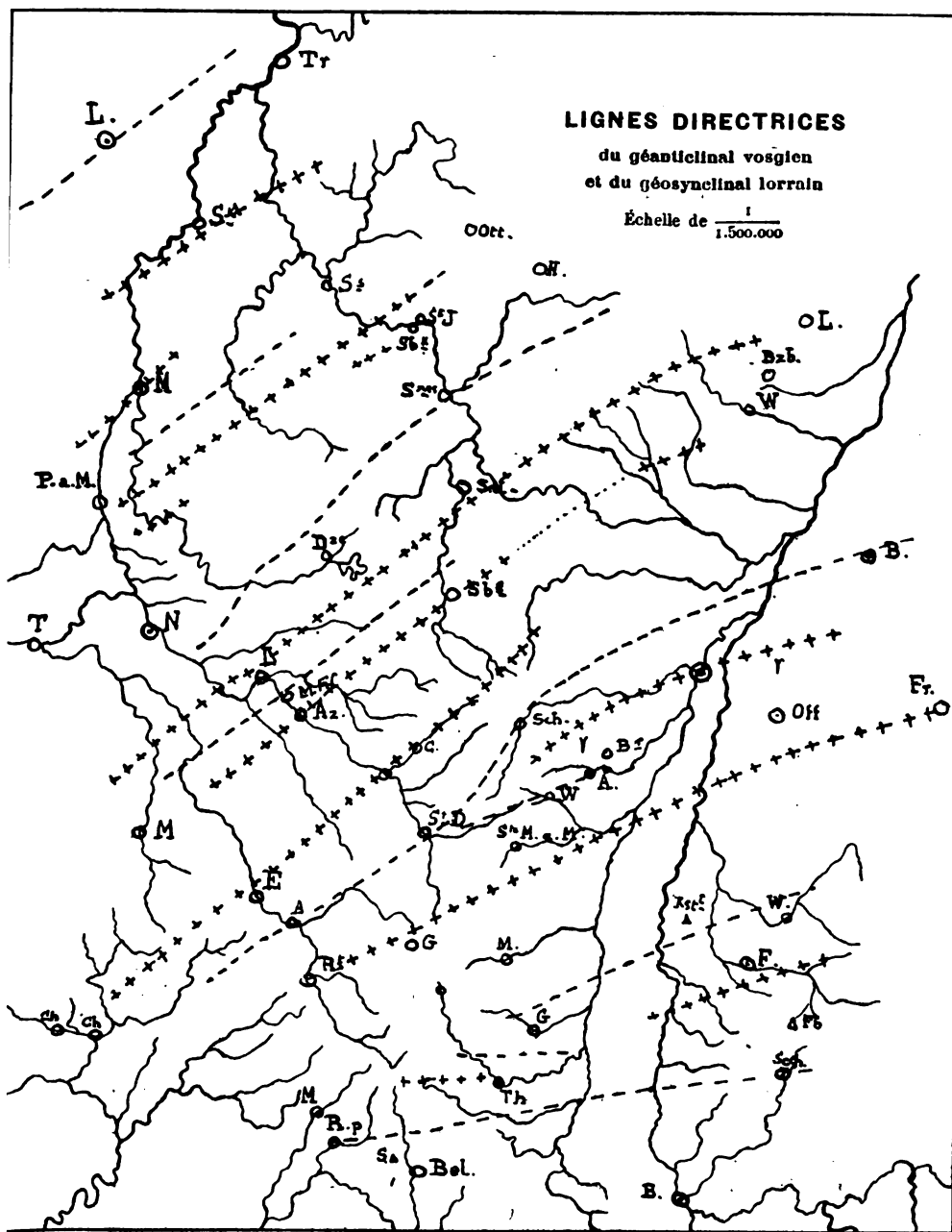
3. Il semble résulter du travail de M. Cohen (*loc. cit.*) que les gneiss de Lubine sont discordants sur les schistes de Villé, ou qu'il existe entre les deux formations une roche éruptive d'intrusion : granite ou granulite.

irrégulière du synclinal dévonien et dinantien de Thann et, en particulier, l'apophyse qu'il envoie au N. dans le granit, au N. et au N.-E. de Wildenstein.

Quelque hypothétiques que soient encore ces considérations, il n'en est pas moins vrai que deux directions de plissements apparaissent dans les Vosges : la plus ancienne — huronienne-calédonienne : N. 20 à 30° E., — la plus récente, celle des deux soubresauts hercyniens, plutôt N. 70 à 80° E. pour le S. (plis de Schœnau), et N. 45 à 50° E. pour les plis du N. des Vosges. Les deux directions : huronienne-calédonienne et hercynienne font dans le centre et le N. des Vosges un angle de près d'une vingtaine de degrés.

Resterait à expliquer pourquoi cet écart, alors que dans d'autres régions, l'Ardenne par exemple, les plissements calédoniens et hercyniens semblent presque superposés. Cette différence, encore qu'assez obscure, me semble tenir à la moindre plasticité des roches. Dans l'Ardenne, les sédiments cambriens et siluriens ne se composent que de schistes susceptibles de former des plis assez aigus dont les charnières ont pu rejouer jusqu'à renversement et chevauchement. Dans les Vosges, au contraire, les plis hercyniens ont affecté un massif relativement rigide, où les plis calédoniens se présentaient sous forme de dômes à rayon de courbure assez grands et consolidés encore par la granulite ; la direction de ces nouveaux plis a donc été déterminée par autre chose que celle des plissements anciens : par exemple par la position relative des granits et des terrains plastiques, ou encore orientée par la réaction des plis plus intenses et préexistants de l'Ardenne et d'autres régions voisines.

Quoi qu'il en soit, l'existence d'ondulations antéhercyniennes dans les Vosges, peut-être d'âge huronien, peut-être d'âge calédonien, ne me semble guère contestable.



Lignes anticlinales + + + +
Lignes synclinales - - - -

RECHERCHES
SUR LA
VALEUR COMPARATIVE DE DIVERS PRODUITS
DESTINÉS A ASSURER LA
CONSERVATION DES BOIS

Par M. E. HENRY

But de ces recherches

En présence de l'extension toujours croissante des dégâts causés aux bois en œuvre, soit par les champignons (*Merulius*, *Physisporus*, *Coniophora*, *Lenzites*, *Trametes*, *Stereum*, *Dædalea*, etc.), soit par les insectes (*Hylotrupes bajulus*, *Vrillettes*, *Termites*, etc.), il y a une utilité évidente à rechercher les moyens les plus efficaces et les moins coûteux que la science met à notre disposition pour prolonger le plus longtemps possible la durée des bois employés dans les constructions, à installer des expériences comparatives et à montrer qu'en ayant soin d'enduire les bois exposés à l'humidité et à l'air confiné avec des antiseptiques reconnus efficaces, on peut faire durer les bois pour ainsi dire indéfiniment, sans s'exposer à de grandes dépenses.

Dans un travail publié en 1902 (1) nous disions pour conclure : « En résumé, il semble que si la solution de la première question

1. Voir : « La lutte contre le champignon des maisons. — Expériences récentes » (*Bulletin de la Société des sciences de Nancy*, 1902, p. 89-103, et *Revue des Eaux et Forêts*, 1902, p. 513-521) ainsi qu'un article précédent : « Le *Merulius laeorymans* en Lorraine » (*Bulletin de la Société des sciences de Nancy et Revue des Eaux et Forêts*, 1901).

posée par la *commission internationale*⁽¹⁾ n'est guère avancée⁽²⁾, il n'en est pas de même de la seconde, beaucoup plus importante à vrai dire.

« Qu'importe en effet que les bois employés renferment ou non des spores ou du mycélium, soit de *Merulius*, soit de tout autre champignon lignivore (*Physisporus vaporarius*, *Lenzites*, *Corticium*, *Stereum*, *Dædalea*, etc.), s'il est reconnu, démontré que l'imprégnation par des antiseptiques éprouvés empêche à la fois l'invasion des champignons par le dehors et leur évolution au dedans⁽³⁾?

« De ce côté on touche au but; il n'y a que peu de chose à faire pour convaincre les techniciens et pour restituer au bois la confiance qu'il mérite et qui avait été ébranlée par les nombreux et coûteux accidents dus au *Merulius*.

« Cette question est d'un intérêt pratique incontestable.

« Nous installons en ce moment à l'École forestière des expériences relatives à l'efficacité de divers antiseptiques sur les différentes essences employées dans les constructions, à l'influence de l'état de dessiccation du bois, de la durée et du mode d'imprégnation, relatives aussi à leur action sur la constitution du bois et sa résistance à la rupture, de manière à fournir aux

1. Il s'agit de la *commission* nommée, au sein de l'*Association internationale pour l'essai des matériaux*, en décembre 1898 et chargée de résoudre les deux problèmes suivants d'une importance indéniable pour les propriétaires de maisons, les entrepreneurs, les marchands de bois, les architectes :

1° Comment peut-on reconnaître, au moment de la réception des bois, s'ils renferment ou non des germes d'infection (spores ou mycélium), en d'autres termes, si l'on a le droit de les refuser comme étant de mauvaise qualité ou si l'on est tenu de les accepter?

2° Quels sont les moyens à prendre pour se préserver des attaques du *Merulius lacrymans* ou pour l'empêcher de se développer si les bois le contiennent en germe?

Cette commission, dont je faisais partie, avait pour président M. FRIEDRICH, conseiller impérial et royal, directeur de la station des recherches forestières de Mariabrunn, près de Vienne (Autriche) et pour vice-président M. TILSCHKERT, colonel du génie autrichien, directeur des travaux militaires à Vienne.

2. A la question : *Peut-on reconnaître, à sa livraison, qu'un bois est atteint par le Merulius?* M. BRAUVERIE répond oui (*Le Bois*, p. 398, Paris, Gauthier-Villars, 1905), M. MATHÉY répond non (*Traité d'exploitation commerciale des bois*, t. I, p. 195, Paris, Lucien Laveur, 1906). — En 1906, on le voit par ces réponses contradictoires, on n'est pas plus renseigné qu'en 1902. — Ces deux auteurs ont chacun raison. Il est facile de reconnaître qu'un bois est attaqué par le *Merulius* quand il est déjà fortement envahi. Il est impossible au contraire d'affirmer qu'il ne renferme pas dans ses fentes ou à sa surface quelques spores ou quelque début de mycélium de ce champignon, spores ou mycélium qui pourront se développer quand les circonstances deviendront favorables.

3. C'est ce que répète M. BRAUVERIE (*loc. cit.*, p. 405).

architectes, aux entrepreneurs, aux propriétaires des résultats nets, rigoureux qui, dégagés de toute attache mercantile, de tout soupçon de réclame, pourront inspirer pleine et entière confiance. »

Ce sont les premiers résultats de ces expériences comparatives que nous allons exposer.

Comme la biologie des champignons destructeurs du bois, leur mode d'altération des tissus ligneux, mode variable pour chacun d'eux, ont été fort étudiés dans ces derniers temps, on renverra pour tout ce qui concerne ces questions aux ouvrages spéciaux⁽¹⁾ et on se placera exclusivement, pour le moment du moins, au point de vue *pratique*, recherchant simplement quels sont, parmi les antiseptiques mis en essai, ceux qui sont les plus efficaces, les moins coûteux, ceux aussi qui offrent le moins d'inconvénients pour l'emploi à l'intérieur.

C'est, nous le répétons, uniquement le côté *technique*, le plus important pour les *praticiens*, qui va être envisagé.

Il s'agit de déterminer quel est, parmi les produits expérimentés pouvant être appliqués simplement par badigeonnage ou par immersion⁽²⁾, celui qui préservera le plus longtemps de toute

1. Dans son *Étude sur le champignon des maisons (Merulius lacrymans)*, Lyon, Rey, éd., 1903, M. BEAUVERIE donne la bibliographie qui se rattache à cette question et cite quarante-huit travaux, dus presque tous à des Allemands.

Deux ouvrages français récents résument bien l'état actuel de la science sur ce point : *Le Bois*, par J. BEAUVERIE (Paris, Gauthier-Villars, 1905), où les altérations des bois par les cryptogames (p. 320-442) et les procédés de conservation (p. 591-724) font l'objet de chapitres importants, comme dans le *Traité d'exploitation commerciale des bois*, par Alphonse MATHEY (Paris, Lucien Laveur, 1906).

2. PAULET, dans son *Traité de la conservation des bois* (déjà très ancien, 1874), décrit cent soixante-treize méthodes dont la plupart ont été brevetées et qui peuvent se rattacher aux trois groupes suivants :

1° Par *infiltration naturelle* ou par *déplacement*, applicable aux bois sur pied ou récemment abattus ;

2° Par *pression à l'air libre*, applicable aux bois en grume, ou par *pression en vase clos* applicable aux bois secs (traverses de chemin de fer) ;

3° Par *application sans pression* d'agents antiseptiques (carbonisation, immersion, badigeonnage) pouvant être utilisée pour tous les bois en œuvre, secs ou non.

Il n'est question ici que d'un des modes de préservation dépendant du troisième groupe, le mode par *immersion*. Les autres procédés de ce groupe (carbonisation superficielle, vulcanisation, goudronnage, peinture à l'huile, enduits divers) ne sont pas examinés, bien qu'ils donnent souvent aussi d'excellents résultats.

Dans le mode par immersion il y a à distinguer : 1° l'immersion simple à froid ; 2° l'immersion à chaud (vers 60-70° par exemple) ; 3° l'immersion dans un bain porté à l'ébullition.

C'est l'immersion à chaud qui a été adoptée parce qu'elle peut être réalisée commodé-

altération les principaux bois usités dans les constructions et placés dans les conditions les plus défavorables.

Ces premières expériences ont duré trois ans.

C'est un laps de temps suffisant pour montrer le peu de valeur antiseptique de certains produits; nous verrons que trois ou quatre d'entre eux n'ont pu préserver les bois de la décomposition, même pendant cette courte durée; ils doivent donc être rejetés.

Mais il reste à déterminer quels sont, parmi les autres, ceux dont l'efficacité se maintiendra le plus longtemps.

Aussi nous proposons-nous de continuer ces expériences le plus longtemps possible, en plaçant les bois dans des *pourrissoirs* perfectionnés, pour constater et pour faire connaître celui de ces produits qui sortira victorieux de l'épreuve.

Tout le monde est d'accord pour reconnaître que les bois en œuvre sont de plus en plus exposés aux attaques des champignons et nous avons déjà signalé quelques-unes des causes de cette recrudescence. Est-ce une raison pour renoncer dans les constructions à l'emploi du bois, comme le crient les métallurgistes qui, à chaque accident causé par le *Merulius*, préconisent l'usage du fer, lequel, pour le dire en passant, a déjà donné lieu à beaucoup de mécomptes? Nous ne le pensons pas.

Le bois a sur le métal une telle supériorité, dans la plupart des cas, qu'on l'emploiera toujours. On doit rester convaincu que le bois est la meilleure matière pour les charpentes et qu'il a une durée pour ainsi dire indéfinie, à condition qu'on prenne à son endroit les précautions nécessaires. Ne le fait-on pas pour son rival, le fer, qui ne serait bientôt qu'un amas de rouille si on ne le défendait contre l'humidité?

Qu'on imprègne le bois d'une substance qui s'oppose au développement des champignons et des insectes, comme on recouvre le fer d'une couche de minium qui s'oppose à l'arrivée de l'oxygène, et le bois durera autant que le fer.

Dans tous les exemples de destruction de bois par le *Merulius* (¹), il est notoire que le bois a failli uniquement par défaut de

ment, sans crainte d'accidents et que, si l'on opère sur des bois secs, elle donne, dans les conditions où l'on s'est placé, une imbibition complète et des résultats très voisins de ceux qu'on obtient avec l'injection sous pression en vase clos.

1. Voir : « Le Champignon des maisons en Lorraine » (*Revue des Eaux et Forêts*, 1901, p. 65-77).

précaution. Si on l'avait imprégné d'une substance fongicide, l'accident ne se serait pas produit⁽¹⁾.

Les grandes usines, les compagnies de chemins de fer, tous les riches propriétaires emploient à cet effet des installations compliquées et des appareils coûteux dans lesquels l'injection se fait en vase clos par le vide et la pression mécanique et qui donnent d'excellents résultats. Mais le simple particulier ne peut supporter des frais aussi considérables ; il lui faut des procédés simples, tels que l'immersion ou le badigeonnage, à la portée des plus petites bourses.

C'est le cas que nous allons envisager.

Parmi les nombreux antiseptiques tant vantés dans les prospectus-réclames, en est-il qui, appliqués sur les bois pris tels qu'on les emploie d'ordinaire, les préservent, sinon pour toujours, au moins pour très longtemps, de toutes les altérations autres que l'usure par les agents atmosphériques qu'on ne saurait éviter ?

Celui qui montrerait par des expériences scientifiques l'efficacité de tel ou tel ingrédient, qui vulgariserait son emploi, qui arriverait à convaincre les architectes et les entrepreneurs de charpente et de menuiserie qu'il y a des moyens simples d'empêcher l'altération des bois, même placés dans de mauvaises conditions, et qu'il est de leur intérêt évident de les employer, celui-là, disons-nous, rendrait un grand service non seulement aux architectes, responsables pendant dix ans, mais à tous ceux qui emploient des bois de service, c'est-à-dire à tout le monde.

Le but de ces recherches est de donner déjà quelques indications dans ce sens.

Les personnes qui veulent prolonger la durée des bois qu'elles emploient se trouvent en présence d'une foule de produits plus vantés les uns que les autres et n'ont souvent pour se guider dans leur choix que des prospectus, naturellement élogieux, ou des attestations plus ou moins authentiques. C'est insuffisant.

Le seul moyen d'arriver à faire un choix judicieux, raisonné, parmi cette légion de mixtures diverses, est l'emploi de la méthode expérimentale.

1. Les cultures sont aussi plus éprouvées qu'autrefois, la vigne notamment. Renonce-t-on pour cela à cultiver la vigne ? Nullement. On lutte courageusement contre les redoublements d'attaques du mildiou par des sulfatages répétés et l'on arrive à dompter le champignon. Faisons de même pour le bois.

En ne faisant varier qu'une des conditions de l'expérience, *la nature de l'antiseptique appliqué sous la forme et la dose les plus recommandées par les fabricants* et laissant toutes les autres identiques, nature, provenance, âge des bois, qui devront être pris dans la même tronce, circonstances extérieures favorisant l'altération, durée de l'expérience, en suivant, en un mot, les règles bien connues de l'expérimentation, les différences constatées ne pourront être attribuées qu'à l'élément variable, la nature de l'antiseptique. Seulement alors, on aura des résultats positifs.

Il est vraiment étonnant qu'on n'ait pas encore fait d'essais comparatifs complets sur un point aussi important pour les praticiens ; car on ne peut qualifier de tels les quelques résultats ci-dessous indiqués, les seuls qui, à ma connaissance, aient été publiés jusqu'ici.

Je ne veux pas dire par là que les miens soient complets ; tant s'en faut. Il ne faut y voir qu'une ébauche, une indication d'expériences qu'il serait très utile de faire en grand et que les ingénieurs, architectes ou constructeurs entreprendront sans doute prochainement. On peut y signaler déjà deux gros défauts.

D'abord les essais n'ont pas porté sur un assez grand nombre d'antiseptiques ; beaucoup de produits intéressants ont été laissés de côté⁽¹⁾. En second lieu les essais n'ont pas duré assez longtemps. Il est vrai que nous avons l'intention de les continuer.

Recherches antérieures

Les seules recherches qui aient été faites dans le même esprit que les nôtres, c'est-à-dire dans le but d'apprécier la valeur antiseptique de divers produits en opérant par des procédés simples et peu coûteux (immersion ou badigeonnage) et en comparant, au bout d'une assez longue durée, les bois traités placés dans des conditions identiques, sont les suivantes :

a) Le colonel du génie autrichien TILSCHKERT, vice-président

1. J'ai voulu me limiter aux produits non dangereux, non toxiques, facilement maniables et peu coûteux puisqu'il s'agissait d'opérations simples (badigeonnage ou immersion) devant pouvoir être faites par n'importe qui et à peu de frais. En se bornant à ceux-là et ne choisissant que les antiseptiques ayant déjà fait l'objet de recherches prouvant leur valeur, on arrive au chiffre déjà considérable de cent soixante échantillons ; dessécher, peser, imprégner, installer et examiner tous ces spécimens, c'était tout ce qu'il était possible de faire dans le temps laissé disponible.

de la commission du *Merulius*, a fait en 1896 des essais avec un produit nommé *antinonnine*. Les bois badigeonnés avec une solution à 2 % étaient mélangés à d'autres non traités et tous étaient mis en contact avec des bois champignonnés. La conclusion du rapport du colonel TILSCHKERT est celle-ci : « *L'antinonnine*, employée simplement en badigeonnage superficiel, empêche à la fois la pénétration du champignon par le dehors et le développement des spores ou filaments qui peuvent exister dans l'intérieur de la poutre badigeonnée⁽¹⁾. »

b) M. FROMONT, chef de section à la Compagnie des chemins de fer de l'Est, a fait en 1895 l'expérience comparative suivante :

Un bout de planche de sapin a été coupé en quatre morceaux de 40 centimètres de longueur qui ont été enfoncés jusqu'à mi-hauteur dans un terrain clos de l'administration, le 25 mars 1895, après avoir été imprégnés, l'un de *Carbolineum Avenarius*, le second d'une contrefaçon achetée à Nancy et dite *Carbolineum supra*, le troisième d'un mélange de goudron et de pétrole ; le quatrième morceau fut laissé tel quel.

Ils sont restés exposés aux intempéries jusqu'au 18 juillet 1901, soit pendant plus de six ans. En les extrayant du sol, on a constaté que les deux derniers morceaux dont il vient d'être question étaient complètement pourris, que le second, imprégné avec du *Carbolineum supra*, présentait de grosses taches de pourriture le mettant hors de service, tandis que l'échantillon traité par le *Carbolineum Avenarius* était complètement sain, sans trace d'altération.

c) Expériences de M. DE KNERIEM⁽²⁾, professeur à la ferme-école de Peterhof, près de Riga.

L'auteur, qui habite un pays où presque toutes les constructions rurales sont en bois, constate l'augmentation toujours croissante du prix des bois de construction et montre qu'une bonne partie des recettes de l'agriculture est absorbée par la réparation de ces constructions. Il y aurait grand intérêt à réduire le

1. Voir, pour plus de détails sur les expériences du colonel TILSCHKERT, l'article : « La lutte contre le champignon des maisons. Expériences récentes. » (*Revue des Eaux et Forêts*, 1902, p. 513-521.)

2. Rapport sur des expériences de conservation des bois faites par le Dr W. VON KNERIEM, professeur à la ferme-école de Peterhof, près de Riga, publié par le Dr KREUSLER, professeur à l'académie agricole de Bonn-Poppelsdorf, dans la *Revue centrale de BINDERMANN pour la chimie agricole et l'exploitation rationnelle de l'agriculture*, juillet 1901, p. 486-488.

plus possible ces frais de réparation et à trouver des substances peu coûteuses, inoffensives, faciles à employer et telles que le bois, par simple badigeonnage ou par immersion, pût garder ses qualités premières, sinon indéfiniment, du moins très longtemps.

Guidé par ces considérations, l'auteur, écartant les produits dangereux, tels que le sublimé, ou ceux qui nécessitent des appareils compliqués et coûteux, s'est borné à essayer des substances pouvant s'appliquer au pinceau sous forme d'enduits et pénétrant dans les tissus ligneux par simple imprégnation progressive, sans aucune pression. Il prit dans un bloc d'épicéa six morceaux de 46 centimètres de longueur sur 14 centimètres d'équarrissage.

L'un (n° 1) fut badigeonné avec 70 grammes d'huile de carbolin très liquide de la maison Frisck et C^{ie}, de Riga.

Un autre (n° 2) avec 90 grammes d'huile de créosote, de la même maison.

Un autre (n° 3) avec 130 grammes de goudron de créosote, liquide épais, de la même maison.

Un autre (n° 4) avec 100 grammes de *Carbolineum Avenarius*.

Un autre (n° 5) fut percé d'un trou dans lequel on versa une dissolution contenant 40 grammes de sulfate de cuivre et qu'on reboucha aussitôt.

Enfin le dernier (n° 6) ne reçut aucune peinture et servit de témoin.

Les morceaux de bois furent enterrés dans un sol sableux de façon que la partie supérieure affleurât. Après cinq ans, ils furent extraits du sol et on constata que le n° 4, traité au *Carbolineum Avenarius*, était le seul qui fût resté complètement sain. Il était même plus dur qu'au début. Après lui venait le morceau n° 2 ; les n° 1 et 3 étaient moins bien conservés. Le morceau n° 5, traité au sulfate de cuivre, était déjà très fortement attaqué. Quant au n° 6, qui avait été enfoui tel quel, il était, quand on le déterra, presque complètement pourri.

d) En 1902, M. G. WESENBERG ⁽¹⁾ fit des essais comparatifs sur l'action microbicide des produits suivants :

1. Voir le *Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten*, VIII^e volume, 1902, n° 20, traduit en français dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1904, t. II. Imprimerie Berger-Levrault et C^{ie}, Paris et Nancy.

1° L'antigermine, de la fabrique de couleurs Fr. Bayer et C^{ie}, à Elberfeld ;

2° Le microsol, de la fabrique de couleurs Rosenzweig et Baumann, de Cassel ;

3° L'afral, de la fabrique de produits chimiques de Heyden, près Dresde ;

4° Le mycélicide, de la fabrique de couleurs Fretzdorff et C^{ie}, à Berlin ;

5° L'antiformine, d'Oscar Kühn, à Berlin.

L'afral et le mycélicide s'étant, dès le début, montrés fort peu actifs, l'auteur continua ses recherches seulement sur l'antigermine, le microsol et l'antiformine et conclut en faveur de l'antigermine.

« Une destruction rapide et complète des divers microorganismes, dit-il, n'est obtenue par l'antiformine que dans certaines circonstances (absence de matières organiques). Parmi les produits qui ont toujours une action sûre, l'antigermine occupe la première place, puis vient le microsol. Quant à l'afral et au mycélicide, on doit leur refuser absolument un pouvoir désinfectant utile.

« Contre le champignon des caves (*Merulius*), l'antigermine est le seul produit qui, à la dose de 1/2 ‰, empêche tout développement de champignon sur le bois, puis vient l'antinonine à 1 ‰ ; les autres composés, même avec cette concentration, n'ont produit aucun effet.

« En présence de l'air, l'antigermine et le microsol ne s'altèrent pas ; mais l'antiformine se détruit facilement et devient sans action.

« Un produit facilement soluble dans l'eau, comme le microsol et l'afral, est naturellement très vite enlevé des surfaces badigeonnées quand il pleut et n'a plus d'effet désinfectant, tandis qu'un composé difficilement soluble, tel que l'antigermine, qui doit être employée à la façon d'un lait de chaux en remuant souvent pour mélanger le dépôt, résistera bien plus longtemps et gardera son pouvoir désinfectant. »

Nous verrons plus loin que cette assertion est inexacte en ce qui concerne le microsol ; tous les échantillons de bois immergés pendant vingt-quatre heures dans une solution à 4 ‰ et laissés ensuite pendant trois ans exposés aux intempéries, étaient, après

ce long laps de temps, aussi sains que le premier jour, même le peuplier, si altérable pourtant.

e) En 1904, la station de recherches forestières de Mariabrunn expérimenta le microsol (H 1903) en solutions aqueuses de concentration diverse, $1/4$ ‰, $1/2$ ‰, 1 ‰, 1,5 ‰ et 2 ‰, au point de vue de ses qualités fungicides.

Les conclusions des expériences faites par le docteur CIESLAR sur des épicéas de deux provenances (Wienerwald et Erzgebirge), et dans des conditions rigoureusement identiques, sont les suivantes :

« Le bois des épicéas des deux provenances (Wienerwald et Erzgebirge) est, dans les conditions où l'on s'est placé, complètement préservé de l'attaque du *Merulius* par un badigeonnage avec une solution de microsol à 1,5 ‰.

« Avec des badigeonnages de concentration moindre, les deux sortes d'épicéas se sont comportées différemment ; le bois du Wienerwald, plus léger, plus poreux, a absorbé le microsol en plus grande quantité et a été par suite mieux préservé que le bois plus dense de l'Erzgebirge. Pour le bois du Wienerwald, la dose de 1 ‰ et même de $1/2$ ‰ a été suffisante.

« Les revêtements mycéliens étaient toujours très secs, peu vigoureux ; ils s'enlevaient facilement et complètement avec le couteau, ce qui montre que le badigeonnage est un très sérieux obstacle à la pénétration du mycélium du mэрule.

« *En tout cas, la préparation microsol H de 1903 de la firme Eduard Lutz et C^{ie} à Vienne se présente avec de très fortes qualités fungicides, et il semble établi qu'une solution aqueuse à 1,5 ‰ suffit pour protéger le bois d'épicéa contre les attaques du mэрule.* »

Il est bien certain, comme l'attestent les nombreux certificats publiés dans les prospectus des divers fabricants, que beaucoup d'autres essais ont été faits par des praticiens expérimentant pour leur propre compte tel ou tel produit. Ceux-ci ont souvent informé le fabricant du résultat obtenu et de leur opinion sur la valeur du produit. Mais on comprend que nous ne puissions tenir compte ici de tous ces documents.

Des essais comparatifs faits avec méthode et dans un esprit scientifique, publiés dans des recueils n'ayant aucune attache mercantile, ont seuls de la valeur.

Nous ne saurions trop répéter qu'il ne s'agit nullement ici des expériences très nombreuses faites par les ingénieurs sur les procédés et les matières d'injection et publiées dans les recueils spéciaux (*).

Qualités d'un bon antiseptique

1° Le produit doit, avant tout, être inaltérable et contenir des éléments qui non seulement détruisent les germes animaux ou végétaux préexistants, mais encore s'opposent — *indéfiniment s'il se peut* — au développement de ceux qui peuvent venir de l'extérieur (*);

2° Un bon antiseptique ne doit pas altérer la force de résistance ni les autres qualités physiques (élasticité, dureté, etc.) des tissus ligneux ; il doit ou les laisser en l'état ou les améliorer ;

3° Il faut que la substance pénètre facilement dans le bois, remplissant les lumens des vaisseaux, imprégnant les membranes des cellules, mais, en outre, qu'elle s'y fixe, en partie du moins ; il faut qu'après des lixiviations prolongées les tissus restent garantis contre l'invasion des spores ou des insectes ;

4° Il est absolument nécessaire que le produit ne soit ni toxique ni dangereux à manier, pour quelque raison que ce soit, surtout s'il doit être d'un emploi général ;

5° Sa composition doit être constante et bien définie afin que l'on soit sûr des résultats de l'opération ;

6° Il est bon, dans certains cas surtout (emploi à l'intérieur des habitations), qu'il n'ait pas d'odeur forte ou désagréable per-

1. Citons, par exemple, dans la *Revue générale des Chemins de fer*, un article de M. EUVERTE (1895) sur les procédés employés pour l'injection des traverses ; la remarquable et si fouillée étude de M. DUFAUX (même recueil 1898), modestement intitulée « Note sur la préparation des traverses à la Compagnie des chemins de fer de l'Est » ; un article de M. HEINZELING : « Die Konservierung des Holzes », dans *Mitteilungen des Ung. Ingenieur- und Architekten-Vereins*, 1900 et 1901, etc., etc.

2. La décomposition ou la rupture des tissus ligneux sous l'action des bactéries, des champignons ou des insectes sont les causes uniques qui accélèrent la désorganisation des bois en œuvre ; contre ces êtres l'homme peut se défendre par l'emploi des antiseptiques. Mais il y a une autre cause d'altération, excessivement lente il est vrai, contre laquelle nous ne pouvons rien, c'est l'usure atmosphérique, pour les bois exposés à l'air. Les zones plus tendres de bois de printemps de chaque anneau ligneux se corrodent, se creusent sous l'action purement physique de l'air, faisant de plus en plus saillir les zones plus dures de bois d'été. Ceci ne peut évidemment se présenter que dans les bois à structure hétérogène (chêne, pin, sapin) où le bois de printemps diffère sensiblement de celui qui se fabrique en été.

sistante et qu'il ne change pas — ou à peine — la coloration du bois ;

7° Enfin, il faut qu'il soit d'un prix assez faible pour qu'il y ait intérêt à l'employer plutôt qu'à remplacer les bois avariés.

Produits expérimentés

Pour ces essais comparatifs, il était tout d'abord indiqué de se servir des produits déjà expérimentés précédemment, puisqu'ils étaient réputés les plus efficaces et que leur valeur réelle ou vantée les avait tout d'abord désignés à l'attention. On a donc opéré sur les produits suivants :

- 1° *Carbolineum Avenarius* ;
- 2° *Carbolineum* — marque du Lion ;
- 3° Goudron des usines à gaz ;
- 4° Microsol ;
- 5° Antinonnine ;
- 6° Antigermine ;
- 7° Lysol ;
- 8° Acide fluorhydrique.

Dans les essais de M. FROMONT, comme dans ceux de M. DE KNIERIEM, le *Carbolineum Avenarius* s'est montré le plus efficace ; on a voulu s'assurer encore une fois de sa supériorité en le comparant à un autre produit similaire, le *Carbolineum*, dit du *Lion*, qui est souvent employé à Nancy.

Le *goudron*, depuis si longtemps usité, devait évidemment être aussi mis à l'essai ; les carbolineums, carbonyles, carburinols, carbonéines, créosotyles, etc., sont essentiellement des huiles de goudron, plus ou moins analogues à la créosote brute.

Les résultats obtenus par la station de recherches forestières de Mariabrunn (Autriche) et par M. WESENBERG incitaient à expérimenter le *microsol*, qui avait accusé dans les deux expériences de grandes qualités antiseptiques, et l'*antigermine* que M. WESENBERG met au premier rang⁽¹⁾. Celui-ci a essayé aussi l'*antinonnine*, produit depuis longtemps éprouvé, dit-il. Comme, en solution à 1 %, il s'est montré un préservatif efficace contre l'infection par le

1. Trois autres produits, l'*aftral*, le *mycélicide*, l'*anti-formine*, n'ont pas été mis en essai à cause des mauvais résultats qu'ils ont donnés entre les mains de M. WESENBERG.

Merulius, toujours d'après M. WESENBERG, il a été mis aussi en expérience.

Le *lysol*, très vanté pour ses propriétés antiseptiques, pour sa force microbicide, a été également compris dans la liste des produits à expérimenter.

Quant à l'*acide fluorhydrique*, dont le nom ne figure point parmi les substances employées pour la préservation des bois, c'est à la suite d'indications données par un membre de la commission du *Merulius* que nous l'avons expérimenté.

Beaucoup d'autres produits ont été utilisés ou fabriqués en vue de la conservation des bois en œuvre ; on en invente chaque jour de nouveaux (¹).

Nous avons dû nous borner à ceux qui étaient recommandés, à l'époque de nos essais, comme étant à la fois parmi les plus efficaces, les moins coûteux et les moins dangereux à employer (²).

Carbolineum Avenarius. Les produits désignés dans le commerce sous les noms de *carbolineum*, *carburinol*, *carbonyle*, *carbonéine*, *lysol*, sont extraits du goudron de houille et contiennent de la créosote. La marque *Avenarius*, lancée dans le commerce en 1875 par M. Avenarius, son inventeur, se distingue par sa grande densité (1,128 à 17°), sa viscosité. Ce produit ne commence à distiller qu'à 230° ; il pénètre profondément dans les tissus ligneux qu'il imprègne de telle façon que les pluies ou l'action de l'air ne peuvent plus l'en séparer. C'est la marque la plus estimée (³).

D'après une analyse du docteur Filsinger, chimiste à Dresde, le *Carbolineum Avenarius* aurait les propriétés suivantes :

Couleur : rouge brun ;

Densité à 17° = 1,128 ;

1. M. BEAUVIERE, dans son récent ouvrage *Le Bois*, déjà cité, énumère (p. 622-724) les très nombreux procédés utilisant des actions antiseptiques et donne (p. 672) un tableau résumé des substances employées pour la préservation des bois, dans lequel figurent quarante-six produits.

Il y en a beaucoup plus.

Consulter aussi le chapitre *Procédés artificiels de conservation* (p. 213-253) du *Traité d'exploitation commerciale des bois*, par A. MATHEY.

2. C'est pourquoi le sublimé, microbicide des plus énergiques, n'a pas été essayé, son emploi étant trop dangereux. Le chlorure de zinc, préservatif reconnu très efficace au moins pour les bois à l'abri de la pluie, aurait dû être expérimenté, quoiqu'il ne soit guère en faveur en France.

3. Le concessionnaire de ce produit est pour la France M. Vallet, à Lorquin (Lorraine).

Viscosité à la même température, l'eau étant prise comme unité = 10 ;

Matières minérales (cendres) = 0,03 ;

Brûle d'une manière continue vers 190° ;

Ne commence à distiller qu'à 230° ;

De 230° à 270° il passe à la distillation 10,6 % en volume ;

De 270° à 300° il passe à la distillation 12,2 % en volume.

Le résidu de la distillation est un liquide épais, limpide, rouge brun.

Des bois immergés dans le *Carbolineum Avenarius* et laissés à l'abri pendant quatre ans présentent à leur surface de nombreuses petites lamelles brillantes, blanches. M. le professeur KLOBB, de l'École supérieure de pharmacie de Nancy, a bien voulu les analyser. Voici ce qu'il en dit :

« On a pu recueillir une faible quantité de ces paillettes et en prendre le point de fusion qui a été trouvé de 98°. On pouvait penser *a priori* que ces cristaux seraient de la naphthaline, hydrocarbure qui abonde dans les huiles de goudron de houille ; mais la naphthaline fond à 79°. En revanche il existe dans les huiles de goudron passant entre 250° et 400° un autre hydrocarbure, le phénanthrène, $C^{14}H^{10}$, qui a précisément ce point de fusion. En même temps que cet essai, nous en faisons un autre sur un dépôt formé dans un bidon de ce même carbolineum. Ce dépôt, formé de cristaux empâtés dans un produit huileux, a été essoré ; puis on l'a purifié par cristallisation dans l'alcool bouillant en présence de noir animal. Les nouveaux cristaux incolores obtenus fondent à 98° comme ceux qui avaient été récoltés à la surface des bois. Ils sont comme eux insolubles dans la soude caustique.

« Pour caractériser le phénanthrène on a formé son picrate, qui cristallise de l'alcool en longues aiguilles orangées, et on a pris le point de fusion de son picrate qui a été trouvé voisin de 140°. Le picrate de phénanthrène fond à 143°.

« Une préparation de picrate faite avec du phénanthrène pur a donné des cristaux absolument identiques et ayant le même point de fusion. Cette identification permet de conclure au phénanthrène, à l'exclusion des autres hydrocarbures des huiles lourdes (anthracène, etc.). »

Le *Carbolineum*, marque du Lion, est un produit similaire, moins dense et moins visqueux.

Le *goudron* a été pris à l'usine à gaz de Nancy.

Le *microsol* que nous avons employé provenait de la maison Rosenzweig et Baumann, de Cassel ⁽¹⁾. C'est une masse pâteuse verte ⁽²⁾, soluble dans l'eau, essentiellement formée de sulfate de cuivre uni à quelque peu de matière organique ⁽³⁾.

L'*antinonnine*, livrée par la Société anonyme des produits Fréd. Bayer et C^{ie} (24, rue d'Enghien, à Paris), est un dinitrocrésylate de potasse dont l'efficacité est vantée par divers expérimentateurs, notamment par M. WESENBERG (voir plus haut). Les bois se colorent en jaune vif.

L'*antigermine*, vendue également par la maison Fréd. Bayer, est une mixture d'une belle teinte verte. Ce produit est, comme le précédent et comme le suivant, un dérivé de la créosote.

Le *lysol* est une solution de crésylol dans du savon. Il est complètement soluble dans l'eau ⁽⁴⁾. Il a été fourni par la Société française du lysol. La solution employée était absolument neutre.

L'*acide fluorhydrique* de nos essais est l'acide du commerce en usage dans les verreries.

Bois soumis aux essais

Les bois soumis à l'essai ont été choisis parmi ceux qui sont le

1. Il est fourni en France par la fabrique de peintures *Le Vitralin*, A. Freitag et C^{ie}, 155, rue du Faubourg-Saint-Denis, à Paris.

2. Le produit qu'a envoyé en 1903 la maison Rosenzweig et Baumann, de Cassel, était une pâte d'une teinte vert-de-gris. Il est probable qu'elle fabrique diverses mixtures auxquelles elle applique ce nom; car dans les essais relatés plus haut, le docteur Cieslar décrit le *microsol* H de 1903 comme étant une masse brun rouge; c'était donc un produit différent, par la couleur tout au moins, de celui que j'ai expérimenté. La solution à 4 % est d'un beau vert, nettement acide; le sulfate de cuivre est bleu; mais l'addition de la créosote (ou produit voisin) a fait virer au vert; les bois blancs (sapin, peuplier) sortent de la solution sans être sensiblement colorés.

3. L'analyse de ce produit, faite par M. le professeur ARTH, directeur de l'Institut chimique de Nancy, a donné environ 70 % de sulfate de cuivre cristallisé et pulvérisé; du sulfate de soude, du sulfate de chaux, de la silice libre en quantité assez faible; un sel de cuivre d'un phénol sulfo-conjugué provenant probablement des produits de la distillation du bois.

4. « Le lysol, écrit M. H. DE PARVILLE, passe pour être le roi des antiseptiques, l'antiseptique général par excellence... On peut résumer les essais de MM. GERLACH et SCHORTLIUS en disant qu'avec une dose de 3 grammes par litre de lysol, on assure la désinfection des matières septiques les plus résistantes. » « Le crésylol, dit le docteur TISON, est un excellent microbicide et, à la dose de 0,30 %, il a le même pouvoir antiseptique qu'une solution de sublimé à 0,25 %, mais sans en avoir la toxicité et les inconvénients. On rend le crésylol soluble en l'incorporant à un savon alcalin. C'est ce produit qu'on appelle le lysol. » Il n'a jamais été préconisé pour l'antisepsie des bois en œuvre; mais il était bon d'essayer, vu la renommée de cet antiseptique.

plus communément employés dans les constructions ou pour les meubles. Ce sont :

Le sapin (*Abies pectinata*);

Le pin (*Pinus*);

Le chêne (*Quercus robur*);

Le hêtre (*Fagus sylvatica*);

Le peuplier (*Populus*).

Le sapin, le hêtre et le peuplier ont été débités en cubes de 0^m,15 de côté rabotés sur toutes les faces. Le chêne et le pin ont été découpés en demi-rondelles de 0^m,15 à 0^m,18 de diamètre et 0^m,15 de hauteur. Tous ces bois provenaient de Lorraine, sauf le pin, qui était du pin d'Alep d'origine algérienne.

Pris dans la même poutre, débités à l'état de bois vert, les échantillons ont été desséchés d'abord à l'air, puis à l'étuve, tous dans les mêmes conditions, pour qu'en les pesant aussi de la même façon, à la fin de l'expérience, on possède des données sur la grandeur relative des pertes en tissus ligneux. On a préparé trente échantillons de chaque essence. Le sapin et le peuplier, desséchés pendant six jours à l'étuve, ont subi des températures de plus en plus élevées qui n'ont pas dépassé 85°.

Les bois des autres essences ont été soumis à la dessiccation dans des chambres chauffées.

Après que tous les cubes d'essai eurent été desséchés de la même façon, ils furent immergés dans les diverses solutions antiseptiques de telle manière qu'elles pussent agir toutes *dans des conditions rigoureusement identiques* et que les résultats fussent susceptibles d'être *facilement contrôlés*.

Le chêne et le pin avaient donc tout leur aubier; les échantillons de sapin et de peuplier renfermaient le cœur de l'arbre, mais pas ceux de hêtre, qui ont été pris dans la poutre en dehors du centre.

Mode d'imprégnation

Le motif de ces recherches étant *d'aider à établir la valeur comparative* des principaux antiseptiques qu'on peut employer sans appareil coûteux, simplement par immersion ou badigeonnage, il fallait d'abord choisir l'un ou l'autre de ces procédés d'application. On s'est décidé à opérer d'abord par immersion

pour les deux motifs suivants : ce procédé est très fréquemment utilisé ; c'est le plus rapide. Rien n'est plus simple que de plonger les bois qui ne sont pas trop lourds à manier ni trop volumineux (échalas, pieux, lattes, planches, chevrons, même traverses de chemin de fer^[1]) dans des récipients contenant la solution antiseptique. En second lieu, on est, par ce moyen, bien plus sûr qu'avec des badigeonnages de placer tous les bois en expérience dans des conditions identiques, faciles à retrouver si l'on veut contrôler les résultats.

Les bois, desséchés comme il vient d'être dit, furent plongés pendant un jour dans les solutions suivantes chauffées au bain-marie à 60° pendant quelques heures, puis qu'on laissa refroidir.

Le *Carbolineum Avenarius* et le carbolineum — marque du Lion — furent employés tels quels, ainsi que le goudron qui provenait de l'usine à gaz de Nancy.

Le microsol, sous forme d'une pâte vert tendre, fut dissous dans l'eau chaude et les échantillons séjournèrent vingt-quatre heures dans une solution à 4 %, la plus concentrée que l'on doive employer⁽²⁾.

Quant à l'antinonnine, elle a été aussi expérimentée à la dose la plus élevée que recommande le fabricant, soit à la dose de 2 %.

L'antinonnine se présente sous la forme d'une pâte visqueuse rouge, tandis que l'antigermine, plus fluide encore, est verte. Celle-ci a été utilisée à la concentration d'un peu plus de 2 %, qui est la dose recommandée par la maison Fréd. Bayer. Le lysol s'emploie à la dose maxima de 5 % pour les badigeonnages des bois et des écorces ; afin d'avoir une solution aussi efficace que possible, les bois en expérience ont été plongés pendant deux jours dans de l'eau contenant 10 % de lysol en solution neutre.

Ils sont restés le même temps dans une solution d'acide fluorhydrique du commerce à 20 %.

1. Les 70 000 traverses du chemin de fer de Toul à Thiaucourt ont été en 1907 imprégnées de *Carbolineum Avenarius* par simple immersion à l'air libre. Ces traverses en cœur de chêne (avec la tolérance habituelle pour l'aubier) mesuraient 1^m,70 de longueur, 18 centimètres de largeur de semelle et 12 centimètres de hauteur ; elles ont été plongées pendant une demi-heure dans le carbolineum chauffé.

2. « Pour des invasions très rapides de *Merulius*, disent les instructions, il est mieux d'employer moins d'eau afin d'augmenter l'action désinfectante de la solution ; on prend alors une solution à 3 ou 4 % et l'on n'ajoute pas de chaux. » C'est ce qu'on a fait.

Après l'immersion, les bois plongés dans les carbolineums avaient la teinte brune bien connue.

En sortant de la solution de microsol, les bois n'étaient pas sensiblement colorés, bien que la dissolution, très riche en sulfate de cuivre, fût franchement glauque. Mais avec l'ammoniaque ou le prussiate jaune de potasse il était facile de s'assurer que le cuivre avait pénétré jusqu'au cœur du sapin ou du peuplier. Dans l'antinonine les bois avaient pris une belle coloration jaune.

Il est inutile de dire que les bois plongés dans le lysol ou l'acide fluorhydrique avaient gardé leur teinte primitive.

Vitesse d'imprégnation

Il est certain que cette longue durée d'immersion (vingt-quatre heures), adoptée dans le but de faire fonctionner les produits dans les meilleures conditions, pourrait être très notablement réduite sans inconvénient, comme le montrent les essais suivants :

a) *Carbolineums chauffés vers 60°.*

1° Du bois vert de hêtre et de charme a été desséché vingt-quatre heures à l'étuve à 60-90°. Plongé *pendant cinq heures* dans du carbolineum à 60°, ce bois (vert ou sec) est imprégné jusqu'au centre et la coloration se montre de suite sur ces fragments de planches ayant 27 millimètres d'épaisseur.

2° Du hêtre (bois bien desséché à l'air) a été mis *pendant dix minutes* dans du carbolineum à 60°; le bois est complètement injecté et la teinte apparaît aussitôt dans toute la masse.

3° Des fragments de planches de sapin immergés *pendant cinq minutes* et examinés quatre jours après sont imprégnés jusqu'au cœur, mais guère mieux que ceux dont l'immersion n'a duré *qu'une minute*.

b) *Carbolineums à la température ordinaire (vers 18°).*

Des planches en bois de hêtre bien sec de 27 millimètres d'épaisseur et de 9 × 9 centimètres de surface s'imprègnent entièrement après un très court séjour (de *trois à dix minutes*) dans le carbolineum à la température ordinaire, à condition qu'on n'examine l'intérieur de la planche qu'au bout d'un mois environ; car l'imprégnation se fait peu à peu de proche en proche

et la coloration brune caractéristique finit par envahir toute la masse (1).

Un autre fragment de planche semblable plongé dans le *Carbolineum Avenarius* pendant vingt-huit heures n'a été imprégné jusqu'au centre que huit jours après (2).

Il en est de même du sapin. Le cœur de chêne dans le carbolineum même chauffé ne s'imprègne pas sensiblement à la pression ordinaire, tandis que l'aubier absorbe très bien le carbolineum ou la créosote, même à froid. Voici du reste les résultats de quelques essais d'absorption de carbolineum par un certain nombre de bois pris tous à l'état de dessiccation maximum à l'air libre.

Feuillus. — On a foré dans vingt-huit échantillons de divers bois des trous de 34 millimètres de profondeur et 9 millimètres de diamètre qu'on a remplis en même temps de *Carbolineum Avenarius*, et l'on mesurait de temps en temps le nombre de millimètres absorbés dans ces trous pratiqués parallèlement au fil du bois sur une section transversale.

Les bois à gros vaisseaux n'absorbent pour ainsi dire rien dans leur duramen, à cause des amas de cellules (thylles) ou des petites masses de gomme de bois qui obstruent les lumens des vaisseaux. Ceux-ci ont cependant quelquefois, près de 1 demi-millimètre de diamètre. Ainsi, chêne rouvre, chêne rouge, orme de montagne, robinier, frêne n'ont absorbé en sept jours de cette colonne liquide de 34 millimètres qu'une fraction variant de 3 à 5 millimètres; c'est vraiment insignifiant (3).

Les bois à vaisseaux fins sont bien plus aptes à l'imprégnation. Ainsi, quatre heures après le remplissage, le hêtre, qui n'a que des vaisseaux fins, avait absorbé ces 34 millimètres déjà depuis

1. Cet échantillon ($9^{\text{cm}} \times 9^{\text{cm}} \times 2^{\text{cm}},7$) n'a eu toute sa masse colorée qu'au bout d'un mois et, en marquant chaque semaine les limites de la partie colorée sur des fragments fraîchement fendus, on pouvait suivre jour par jour les progrès.

2. Il a absorbé dans ces conditions (bois desséché à l'air, immergé vingt-huit heures dans le carbolineum à température ordinaire) 19 grammes pour un poids de 144 grammes et un volume de 207 millimètres cubes, ce qui correspond à 92 kilogr. ou litres au mètre cube. Or si la compagnie des chemins de fer de l'Est injecte les traverses de hêtre à raison de 300 litres par mètre cube, la compagnie du Nord adoptait une dose moitié moindre. Le fragment a donc absorbé le tiers de ce que la compagnie de l'Est fait absorber après étuvage et sous la pression de 5 atmosphères. Il peut très bien se faire que cette dose soit suffisante.

3. Même fait a été constaté pour le févier, l'ailante, le châtaignier, le noyer, tandis que l'aubier de ce dernier s'imprègne facilement.

quelque temps, le peuplier tremble ne laissait plus que 1 millimètre au fond du godet; coudrier, platane, alisier torminal avaient fait disparaître respectivement 16, 13 et 10 millimètres; charme, alisier blanc, aubépine, bouleau 9 millimètres, sorbier domestique 7 millimètres.

Vingt-quatre heures après le remplissage, le liquide versé dans les bois de hêtre, tremble, coudrier, platane avait entièrement disparu; les alisiers, le charme, l'aubépine, le bouleau, le peuplier pyramidal avaient absorbé de 20 à 26 millimètres, les érables et le sorbier domestique de 10 à 16 millimètres, le houx 7 millimètres, le cerisier 4 millimètres et le saule marceau 2 millimètres seulement⁽¹⁾.

Deux jours après, l'aubépine, le peuplier pyramidal, les alisiers, le charme, le bouleau avaient tout consommé.

Au bout de sept jours, les érables champêtre, plane et sycamore et le sorbier domestique avaient absorbé les 2^{cm}3,5 de carbolinum représentant le volume du trou pratiqué, tandis que le houx n'en avait pris que 23 millimètres, le cerisier 12 millimètres et le saule marceau 4 millimètres.

« On peut⁽²⁾, sous le rapport de la grosseur des vaisseaux, grouper les principaux bois comme il suit :

« 1° *Vaisseaux très gros*. — Chênes à feuilles caduques; châtaignier;

« 2° *Vaisseaux gros*. — Orme, frêne, robinier, mûrier, micocoulier, noyer;

« 3° *Vaisseaux assez gros*. — Bouleau, peupliers;

« 4° *Vaisseaux fins*. — Érables, aunes, charme, coudrier, hêtre, platane, cerisiers, pruniers, tilleuls, marronnier, saules;

« 5° *Vaisseaux très fins*. — Pommiers, poiriers, alisiers, sorbiers. »

Tous les bois des deux premières catégories qui ont été essayés (chêne rouvre, chêne rouge, châtaignier, orme, frêne, robinier, noyer, auxquels on peut ajouter l'ailante et le févier à trois épines)

1. Cette grande différence de faculté d'imbibition entre deux bois de texture aussi semblable que ceux des saules et des peupliers a de quoi surprendre. Voulant m'assurer que la première constatation n'était pas un fait accidentel, j'ai recommencé sur les grands échantillons de la collection de l'École et j'ai encore trouvé une imbibition à peu près nulle pour le saule marceau, très forte pour le peuplier tremble et le peuplier pyramidal.

2. *Flore forestière*, par A. MATHIEU, 4^e édition, 1897, p. 668.

se refusent à absorber dans leur duramen⁽¹⁾ le *Carbolineum Avenarius* à la pression et à la température ordinaires. Ceci est dû, en grande partie, à la présence des thylls qui obstruent le lumen des vaisseaux.

Tous les bois des trois autres catégories, sauf le saule marceau, se sont montrés, dans ces mêmes conditions, plus ou moins absorbants. Celui qui possède la plus grande faculté d'imbibition est, sans conteste, le hêtre. Après lui viennent les peupliers, le platane, le coudrier, puis le charme, le bouleau, les alisiers (blanc et torminal), l'aubépine⁽²⁾. Un autre groupe serait formé par les érables et le sorbier domestique. Enfin, le cerisier, mais surtout le saule marceau se sont montrés les plus rebelles à l'imprégnation. Pas n'est besoin d'ajouter qu'il ne s'agit ici que de simples indications et qu'on ne doit pas considérer l'ordre ci-dessus comme rigoureux et immuable. C'est le résultat fourni par une seule série d'échantillons; avec d'autres différant par la densité, par la largeur des couches, par leur âge, par le contournement des fibres, on aurait probablement obtenu une liste quelque peu différente.

Résineux. — La vitesse d'imprégnation a été déterminée dans les mêmes conditions que ci-dessus chez le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le pin de montagne.

Quatre heures après le remplissage des trous à paroi lisse forés dans le bois jusqu'à 34 millimètres de profondeur, avec un diamètre de 9 millimètres, le sapin avait tout absorbé, le pin de montagne et le pin sylvestre de Norvège, tous deux à accroissements très minces, avaient absorbé 9 millimètres et le bois d'épicéa s'était montré le plus rebelle⁽³⁾.

Vingt-quatre heures après le remplissage, l'absorption s'était élevée à 27 millimètres pour le pin sylvestre, à 19 millimètres pour le pin de montagne et à 4 millimètres seulement pour l'épicéa.

Cette différence si frappante dans la faculté d'imprégnation de

1. L'aubier des chênes pédonculé, yeuse, liège, du noyer noir, du noyer commun absorbent bien le carbolineum; il y a pourtant quelques anomalies: l'aubier d'un yeuse de l'Hérault (n° 102) n'a pas absorbé, tandis que même le cœur d'un yeuse de Corse (n° 113) a peu à peu résorbé la liqueur.

2. On a constaté aussi que l'aune blanc, l'aune glutineux, le marronnier s'imprégnaient facilement: mais de tous les bois indigènes c'est celui du buis qui est le plus rebelle. Peu de bois exotiques ont été essayés; le *Quebraco colorado* se refuse à toute absorption.

3. A tel point qu'au bout de huit jours il restait encore 6 millimètres de liquide au fond du trou.

deux bois d'une texture si semblable⁽¹⁾ est-elle un fait accidentel ou, au contraire, est-elle constante et caractéristique de l'espèce ? Quatre autres essais faits sur quatre échantillons de sapin et autant d'épicéa de diverses provenances, appartenant aux collections de l'École forestière, ont confirmé la première constatation. *Il faut donc admettre que le sapin, dans toutes les régions de son bois, mais surtout dans l'aubier, s'imprègne bien plus vite que l'épicéa dans les conditions où on s'est placé⁽²⁾.*

Le pin Weymouth s'imprègne aisément, surtout dans l'aubier. Quant au mélèze, on a comparé un bois de mélèze de cent quatre-vingts ans, de densité 0,655, crû en massif serré, à l'altitude de 1 100 mètres, dans la forêt de Chamonix (Haute-Savoie), avec un mélèze planté dans le Puy-de-Dôme, ayant une faible densité et une croissance extraordinairement rapide ; ses cernes du centre ont de 8 à 9 millimètres d'épaisseur comme ceux de la périphérie. Les cernes du mélèze de Chamonix n'ont que de 0^{mm},5 à

1. On ne signale guère d'autre différence que la présence dans le bois d'épicéa de rares canaux résinifères qui manquent dans le sapin.

2. 1° Comparons un épicéa de soixante-quinze ans, ayant 32 mètres de hauteur et 1^m,55 de tour, à bois léger mou, de croissance très rapide, provenant de plantation faite dans la forêt domaniale de Gouaille (Doubs), à 740 mètres d'altitude, avec un sapin de cent trente-sept ans (bois de maturité) de la forêt de Comefroide (Aude), à 1 100 mètres d'altitude. Deux godets ont été creusés pour chaque échantillon, l'un dans l'aubier, l'autre près du centre. Une demi-heure après le remplissage, l'aubier du sapin a déjà absorbé 7 millimètres, les autres godets ne montrent qu'une imbibition insignifiante, égale d'ailleurs. Vingt-deux heures après le remplissage, le godet de l'aubier du sapin est vide, celui de l'aubier de l'épicéa n'a perdu que 9 millimètres et ceux des deux duramens 3 millimètres. Sept jours après le remplissage, l'aubier de l'épicéa a absorbé 26 millimètres, le cœur du sapin 10 millimètres, celui de l'épicéa 8 millimètres. Et cependant les cernes de l'épicéa sont plus larges que ceux du sapin.

2° Si l'on compare maintenant un bois de sapin de belle qualité, de densité 0,432 (cent quinze ans ; 1^m,55 de tour ; forêt de la Franée [Jura]), avec un bois d'épicéa qui semble réunir toutes les conditions favorables à une imprégnation rapide [densité faible 0,337 ; bois très léger et très mou ; croissance très rapide ; âge peu avancé ; arbre planté dans la forêt domaniale de Grand-Côte (Doubs)], on voit que ce dernier, *au bout de quatre jours*, a absorbé : aubier, 33 millimètres ; cœur, 27 millimètres, tandis que le godet creusé dans le cœur du sapin est depuis deux jours vide et que, dans celui de l'aubier, le niveau a baissé de 42 millimètres. Si le cœur du sapin s'est imprégné plus vite que l'aubier, ce qui est anormal, cela tient sans doute à ce que les couches centrales ont 5 millimètres d'épaisseur et les couches périphériques 2 millimètres seulement, tandis que (ce qui prouve bien l'influence spécifique) les couches centrales de l'épicéa ont de 6 millimètres à 8 millimètres d'épaisseur, les couches périphériques de 4 millimètres à 5 millimètres, avec une densité moindre, et que néanmoins l'imprégnation y est moins active.

3° Enfin, deux sapins du Jura ont été comparés avec deux épicéas des Vosges. L'aubier des deux sapins, bien que formé de couches minces, a bien plus vite absorbé le carboléum que l'aubier des épicéas dont les cernes étaient cependant bien plus larges. Les quatre duramens se sont comportés à peu près de même.

2 millimètres d'épaisseur. Malgré cette énorme différence, les deux godets centraux restent pleins dans les deux mélèzes et les deux aubiers s'imprègnent à peu près également.

Faculté d'imbibition. — C'est la propriété qu'a un volume de bois déterminé d'absorber et de garder dans ses tissus une plus ou moins grande quantité d'une substance donnée.

Elle peut être différente de la vitesse d'imbibition ou d'imprégnation. Une substance (le goudron chaud, par exemple, ou un sel facilement cristallisable par évaporation) peut imbibier plus ou moins rapidement les tissus avoisinant les surfaces de contact (vitesse d'imprégnation); mais, si elle devient peu fluide ou se solidifie, ou si elle n'imprègne pas à fond les parois (micelles), y progressant peu à peu, elle ne pénétrera pas très loin et les tissus ligneux, obstrués dans les zones superficielles, ne pourront admettre de nouvelles doses de la substance. La faculté d'imbibition sera faible. Dans le cas contraire, si les éléments des parois cellulaires s'imprègnent rapidement, poussant en avant la matière incessamment reçue par l'arrière, l'absorption pourra se prolonger longtemps; la faculté d'imbibition sera très grande. C'est encore dans le hêtre qu'elle semble atteindre son maximum pour les produits dérivés de la créosote. Semblable à une éponge, le bois de hêtre non seulement absorbe de grandes quantités de la plupart des antiseptiques, mais il transsude, il rejette le surplus, même quand on opère sans pression. Aussi, dans les chantiers des compagnies de chemins de fer où l'on injecte sous pression (5 atmosphères au chantier de la compagnie de l'Est, à Amagne), on limite volontairement la quantité de créosote à injecter dans les traverses de hêtre⁽¹⁾.

On peut se faire une idée grossière de cette faculté d'imbibition pour chaque bois et chaque substance en observant le temps que

1. « Une traverse en hêtre de $2^m,65 \times 0^m,245 \times 0^m,150$ absorbe 25 à 28 litres de créosote, soit environ 270 à 300 litres par mètre cube réel (environ dix traverses sans flaches par mètre cube).

« Dans ces conditions le chêne est injecté à *refus* et pénétré jusqu'au cœur où l'on constate des teintes plus ou moins prononcées.

« Le hêtre, au contraire, pourrait absorber beaucoup plus, *mais on s'est limité au maximum de 300 litres*, parce qu'une longue expérience a fait reconnaître que cette quantité de créosote était nécessaire, mais suffisante, pour bien imprégner les tissus et assurer la parfaite conservation de ce bois si éminemment putrescible à l'état vierge. » (Note sur la préparation des traverses à la Compagnie des chemins de fer de l'Est, par M. V. DUFAUX, *Revue générale des chemins de fer*, 1898.)

mettent à se vider des cavités de même volume et de même surface creusées dans le bois et constamment remplies, dès qu'elles sont vides, avec la substance à essayer, et le nombre de fois que l'on a à faire cette opération pour un volume de bois déterminé.

Feuillus. — Parmi les dix essences feuillues qui ont été observées à ce point de vue et qui sont le hêtre, le coudrier, le charme, le platane, le peuplier tremble, le peuplier pyramidal, l'aubépine, le bouleau, l'alisier blanc et l'alisier torminal⁽¹⁾, c'est le hêtre qui, avec le tremble, accuse la plus grande faculté d'imbibition. Les trous cylindriques d'une capacité de 2^{cm},5 creusés dans chacun de ces prismes de bois ont été remplis une troisième fois et, quinze heures après le remplissage, le trou du tremble était vide; dans ceux du hêtre et du coudrier le niveau avait baissé de 26 millimètres et, respectivement, de 21, 15 et 13 millimètres dans ceux du platane, du bouleau et du peuplier pyramidal. Viennent ensuite les deux alisiers (blanc et torminal) avec une baisse de 10 millimètres, l'aubépine et le charme avec une baisse de 7 et de 6 millimètres.

Tel est l'ordre dans lequel se rangent, au point de vue de la faculté d'imbibition, les bois examinés.

Si l'on fend suivant l'axe du trou cylindrique de 34 millimètres de profondeur les échantillons précédents qui ont reçu trois doses de carbolineum, on voit une traînée brune, très nettement limitée, allant du fond du trou à l'extrémité de l'échantillon en suivant le fil du bois. Cette traînée, de 1^{cm},5 de largeur, indique le chemin parcouru par le carbolineum qui, sans diffuser ni à droite ni à gauche, est venu transsuder à la face inférieure de l'échantillon en quantité d'autant plus forte que la vitesse d'imbibition était plus grande. La teinte ne va pas en se dégradant sur les côtés de cette bande brune dont la limite était des plus nettes chez le tremble, le hêtre, le charme, le coudrier, l'alisier torminal, l'alisier blanc⁽²⁾. Puisqu'une portion de la substance injectée transsude, même sans pression, on voit qu'avec les liquides tels que

1. Tous ces échantillons étaient parfaitement comparables; ils faisaient partie d'une collection de bois aussi desséchés à l'air que possible et mesurant 17^{cm} × 9^{cm} × 2^{cm},7.

2. Cette traînée brune ne s'observait pas chez le bouleau ni le platane; on n'a pu voir le chemin suivi par le carbolineum, absorbé pourtant en assez grande quantité. Sur le cerisier, cette traînée brune très nette se voyait aussi et allait jusqu'à la face inférieure de l'échantillon. Tous ces prismes avaient environ 20 centimètres de hauteur.

les carbolineums et avec les petits échantillons employés, la faculté d'imbibition ne peut se mesurer exactement. Pour un produit donné agissant de la même façon sur des bois feuillus également desséchés, l'imbibition varie suivant que les vaisseaux sont libres ou obstrués par des thylls, suivant que les fibres sont droites ou contournées⁽¹⁾, que les couches sont jeunes ou vieilles, que le bois est dense ou léger, suivant d'autres conditions, encore inconnues, tenant à la forme et à la composition chimique des éléments ligneux.

Résineux. — Des quatre bois de résineux essayés, c'est le sapin qui accuse la plus grande faculté d'imbibition. Le godet rempli le soir était toujours vide le lendemain et, bien qu'on l'eût rempli six fois, la traînée brune, peu nettement limitée, n'atteignait que la moitié de la hauteur de l'échantillon. Il n'y avait eu aucune exsudation sur la face inférieure ; tout le liquide donné a été retenu par le bois. Dans l'épicéa, autour du trou cylindrique et même près du fond, le bois avait gardé sa belle couleur blanche ; il n'y a eu aucune pénétration⁽²⁾. Dans le pin de montagne (bois de cœur), l'imprégnation s'est faite aussi suivant la direction générale des fibres, mais, comme chez le sapin, la traînée brune finit en pointe avant d'atteindre la base de l'échantillon ; elle ne garde pas jusqu'au bout la même largeur comme chez les feuillus. Bref, *l'imbibition présente chez les résineux des différences notables avec ce que l'on voit chez les feuillus.*

Structure anatomique du bois de hêtre. — Comme le bois de hêtre, produit en si grande quantité en France et dans le monde, est un bois éminemment putrescible à l'état vierge, éminemment durable une fois injecté — les traverses de chemin de fer en hêtre injecté durent plus que celles en chêne injecté, — comme il absorbe facilement de très fortes doses d'antiseptiques, il doit être regardé comme le *type des bois aptes à l'injection* et, à ce titre, il est intéressant de connaître sa structure anatomique, de même qu'en sa qualité de bois promptement altérable, même à l'abri (dans les

1. L'échantillon de saule marceau avait ses fibres très contournées, ce qui a été une circonstance défavorable à l'imbibition.

2. Il est vrai que l'échantillon présentait une condition défavorable. En le sectionnant suivant l'axe du trou, on voit près du fond un petit nœud noir avec contournement de fibres qui a gêné la pénétration.

galeries de mines), il importe de décrire ses processus de décomposition et les champignons qui les provoquent.

Ce bois, très bien étudié par SANIO, HARTIG, STRASBURGER, se compose d'éléments fibreux (vaisseaux, trachéides et fibres libriformes ou fibres-trachéides) et d'éléments parenchymateux (cellules du parenchyme ligneux, cellules des rayons médullaires).

Les *vaisseaux* sont presque régulièrement distribués dans la couche annuelle, ne diminuant en nombre et en grosseur qu'à l'extrême limite de cette couche. Leur ponctuation varie suivant la sculpture des cellules avoisinantes; mais il n'y a pas dans les éléments du bois de hêtre d'épaississements spirales, réticulés ou annelés. La longueur des vaisseaux varie entre 0^{mm},45 et 0^{mm},65; celle des trachéides entre 0^{mm},6 et 0^{mm},9 et celle des fibres libriformes entre 0^{mm},8 et 1^{mm},3.

Quant à leur nombre, il varie, toujours d'après HARTIG, entre 100 et 200 par millimètre carré; leur surface transversale médiane oscille entre 2 et 4 millièmes de millimètre carré. Dans le bois normal, même à l'âge le plus avancé, *jamais les vaisseaux ne sont obstrués par des thylls* (1). Il y en a au contraire dans ceux du faux cœur (cœur rouge du hêtre); aussi celui-ci ne s'imprègne pas dans toutes ses parties, même sous pression. Les trachéides ont une paroi mince; elles sont plus courtes que les fibres libriformes, plus longues et bien plus étroites que les vaisseaux; la forme et le nombre de leurs ponctuations diffèrent autant que chez les vaisseaux. Ces trachéides sont normalement fermées aux deux extrémités; mais on en trouve aussi qui ont en ces points une perforation et doivent donc être considérées comme des vaisseaux, quoique, par leur forme et leur faible diamètre, elles soient une simple modification des trachéides proprement dites.

Les *fibres libriformes* ou *fibres-trachéides* constituent la masse solide du bois de hêtre. Elles sont fusiformes, à paroi épaisse et ne présentent que de rares ponctuations. Les quelques rangées de cellules qui limitent chaque anneau ligneux sont constituées par elles uniquement. Comme il n'y a pas de vaisseaux, la dispo-

1. On sait que les thylls sont des amas arrondis de cellules à parois molles qui, par les ponctuations, font hernie à l'intérieur des vaisseaux; plus tard, ces cellules grossissent et se collent à la paroi des vaisseaux. Les thylls renferment de la gomme de bois et sont colorés en brun. Leur production est due à plusieurs causes; ainsi on en trouve dans les bourrelets cicatriciels. M. Tuzson a pu en faire naître sous l'influence des filaments mycéliens sur des fragments de bois frais artificiellement infestés par des spores.

sition radiale régulière de ces fibres-trachéides n'est pas troublée ; tangentiellement aplaties, présentant des punctuations aréolées sur les parois tangentielles, elles ressemblent aux trachéides des dernières assises de l'anneau ligneux des bois résineux. Leur lumen est très réduit.

Le *parenchyme*, disséminé en petites lignes courtes, concentriques, entre les autres éléments, consiste en organes se terminant en pointe aux deux extrémités, à parois assez minces, et partagées par des cloisons transversales en trois ou quatre cellules. Leurs parois sont munies de petites punctuations simples, souvent groupées, et leur intérieur renferme des produits de formation et de sécrétion. C'est là et dans les rayons médullaires que s'emmagentisent les matériaux de réserve destinés à l'édification des cellules qui vont se former l'année suivante.

Les *rayons médullaires* sont inégaux, soit épais, soit minces ou très minces ⁽¹⁾, assez hauts (5 millimètres), médiocrement serrés. Ils sont constitués par des cellules parenchymateuses de forme variée. Les couches internes de ces cellules montrent, quand on les déchire, une structure spiralée qui augmente leur résistance à l'écrasement tangentiel et leur maintient une certaine élasticité facile à constater sur les épais rayons médullaires qu'on voit souvent en saillie à la surface du bois pourri.

Grâce à l'absence de vaisseaux dans les dernières assises du bord externe de chaque couche, où il n'y a guère que des fibres-trachéides, les accroissements sont très distincts. On peut aisément déterminer l'âge de l'arbre en comptant le nombre des couches sur une section transversale rabotée, surtout si l'on avive leur limite par une matière colorante quelconque, ou même de l'humus. Ces couches sont crénelées, rentrantes au passage des larges rayons ⁽²⁾.

Densité. — La proportion de ces divers éléments est de grande importance pour les propriétés techniques du bois. Sa densité dépend en première ligne du nombre des fibres libriformes et,

1. Tantôt ils ne comprennent qu'une ou deux rangées de cellules ; les larges rayons en ont de vingt à vingt-cinq.

2. Tous ces éléments sont très peu tannifères ; je n'ai trouvé, soit dans le bois périphérique, soit dans le bois central d'un hêtre de cinquante ans, que 0,2 % de tannin, c'est-à-dire des traces.

par suite, du nombre et de la grosseur des vaisseaux. Comme la formation des fibres à parois épaisses est liée à l'alimentation de l'arbre, la qualité du bois dépend de l'abondance du courant de sève (qui est réglé par l'ampleur de la cime) et de ses qualités nutritives. Le nombre et la largeur des vaisseaux s'accroissent avec l'âge puisque, avec la croissance, augmentent les exigences en eau de transpiration, laquelle circule par les vaisseaux des couches extérieures. La densité doit évidemment diminuer à mesure qu'augmentent le nombre et le diamètre des vaisseaux, c'est-à-dire à mesure que l'arbre avance en âge, jusqu'à une certaine limite. C'est ce que prouvent les chiffres suivants dus à HARTIG, qui a déterminé la densité des diverses régions d'un arbre prises à 1^m,30 au-dessus du sol.

Périodes d'accroissement	Densité
0- 30 ans	0,751
30- 60 —	0,715
60- 90 —	0,662
90-120 —	0,645

Si l'on considère du bois de hêtre de diverses provenances, on constate qu'à l'inverse de ce qui se passe pour les chênes, la densité n'est nullement en relation avec l'épaisseur des accroissements. D'après les échantillons des collections de l'École forestière, la densité du hêtre, arrivé à son maximum de dessiccation à l'air libre, varie de 0,68 à 0,90.

Le courant de sève passe par les couches extérieures de l'arbre. Au delà des quarante à soixante-dix derniers cernes qui servent de lit au courant d'eau de transpiration (ou plus exactement de chlorovaporisation), il y a une partie centrale sèche, habituellement rougeâtre, mais vivante et exempte de thyllés. Sa teinte rougeâtre tient à la gomme de bois des cellules parenchymateuses. Cette portion centrale ne sert pas au courant de sève et les parois des cellules n'ont que de l'eau d'imbibition ; cependant, si l'on sectionne les couches extérieures, l'eau absorbée par les racines peut passer par les couches internes.

Normalement, on ne trouve, même dans les plus vieux arbres, que ces couches extérieures conductrices d'eau et cette portion centrale sèche. Mais souvent on voit au centre des tiges un cœur coloré en brun, soit uniformément, soit par zone ; comme il

n'existe pas normalement, on l'appelle *faux duramen* ou simplement *bois rouge* ⁽¹⁾.

Bois rouge ou faux cœur du hêtre. — Les propriétés de cette modification anormale, mais fréquente, du bois de hêtre sont très importantes au point de vue des emplois de ce bois, et l'on n'est pas encore complètement d'accord sur sa formation, sur sa résistance, sur sa durée, puisque, jusqu'à ces derniers temps, les compagnies de chemins de fer rebutaient les traverses ayant une certaine proportion de bois rouge (lequel ne s'injecte pas partout, même sous pression). Aussi n'est-il pas inutile de résumer ici ce que les travaux récents hongrois ⁽²⁾ et allemands ⁽³⁾ nous apprennent sur cette question d'un intérêt technique évident.

Le faux cœur provient habituellement de branches pourries, de blessures, dans le voisinage desquelles il est le plus développé; de là il se rétrécit vers le haut et vers le bas, mais il s'allonge davantage vers le bas. Une transformation semblable du bois normal se fait autour des blessures.

Ces deux modifications tiennent à ce que les cellules du parenchyme ligneux surtout, et, à un moindre degré, des autres éléments, se chargent d'une matière gommeuse spéciale d'un brun rouge (gomme de bois) qui imprègne les parois, et aussi à ce que les vaisseaux sont oblitérés par des thylles. Cette gomme se forme sur place par transformation de l'amidon ⁽⁴⁾.

Mais tandis que le bois brun de protection qui se forme autour des blessures se limite à leur voisinage et ne s'étend pas, le faux duramen s'élargit toujours davantage; sous ce rapport il diffère du premier et se rapproche du cœur normal. Dans ce faux dura-

1. Les données précédentes sur la structure anatomique du bois de hêtre sont extraites en grande partie de la *Flore forestière*, par A. MATHIEU, et du récent travail du Dr JOHANN TUZSON (*Anatomische und mykologische Untersuchungen über die Zersetzung und Konservierung des Rotbuchenholzes*. Berlin, chez J. Springer, 1905. Prix : 5 mk).

2. Voir la brochure citée plus haut du Dr JOHANN TUZSON, privat-docent au Polytechnikum de Budapest.

3. Voir l'article de E. HERMAN, « Ueber die Kernbildung der Rotbuche » (*Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, octobre 1902), et les publications antérieures de R. HARTIG.

4. Thylles et gomme sont sans doute la cause de la plus grande densité du cœur rouge. Sur un hêtre de la forêt de Haye (Grande-Malpie est, parcelle B⁴) examiné en 1888, j'ai trouvé 0,647 pour la densité du bois sain périphérique et 0,712 pour celle du cœur rouge; les échantillons avaient été desséchés à 100° à l'étuve pendant deux jours.

men, on trouve toujours, surtout aux environs de la moelle, des filaments mycéliens; ce sont eux qui en provoquent la formation. C'est un tissu de protection qui, par l'obstacle mécanique des thylls et de la gomme, par l'augmentation de la densité, entrave le développement vers l'aubier des mycéliums internes. Les essais de culture et les observations à l'air libre ont montré que plusieurs champignons provoquaient la formation du faux duramen. M. TUZSON cite *Tremella faginea* Britz., *Stereum purpureum* Pers., *Hypoxyylon coccineum* Bull., *Bispora monilioides* Corda, *Schizophyllum commune* Fr., peut-être aussi *Stereum hirsutum* Willd. Cet auteur n'a pas observé que le *Polyporus fomentarius* L., qui provoque si souvent la décomposition des hêtres sur pied, ait occasionné un seul faux duramen; il croit que ce parasite énergique décompose immédiatement la tige sans amener sa duraminisation.

Le bois rouge est plus dur et plus dense que le bois normal. Il ne s'imprègne qu'en partie; même les portions les plus colorées ne s'injectent pas du tout. Les compagnies de chemins de fer rebutent pour ce fait les traverses qui présentent du bois rouge et il y a parfois de ce chef un déchet considérable dans ce mode de débit; car dans certaines forêts beaucoup d'arbres ont du bois rouge.

Ont-elles tort ou raison?

M. HERMANN dit qu'on ne doit pas rebuter le bois rouge, parce qu'il résiste mieux à la décomposition que le bois normal injecté de chlorure de zinc. M. TUZSON arrive à une conclusion un peu différente. On peut (p. 74) employer en toute assurance le faux duramen pour traverses de chemins de fer quand on utilise des procédés d'imprégnation peu coûteux garantissant une durée ne dépassant pas dix ans; car les parties moins durables s'imprègnent et peuvent ainsi lutter contre les causes de décomposition; les parties plus teintées ne s'imprègnent pas, mais sont par elles-mêmes résistantes.

Si l'on use de procédés coûteux d'imprégnation par lesquels on veuille faire durer le bois de hêtre vingt-cinq ans et plus, on ne doit pas, autant que possible, employer le bois rouge. En tout cas, il ne doit y en avoir que sur la semelle de la traverse et sur une hauteur de 4 à 5 centimètres. A la longue, les zones foncées de bois rouge tombent aussi en décomposition et, comme elles

ne se laissent pas imprégner, elles facilitent l'entrée dans l'intérieur de la traverse des champignons destructeurs.

Décomposition et champignons du bois de hêtre

Bien que le bois de hêtre soit un de ceux qui attirent le plus l'attention par son abondance, son importance comme bois d'industrie, sa déplorable aptitude à la décomposition, il n'a guère été bien étudié à ce dernier point de vue que tout récemment dans le travail, déjà cité, de M. Tuzson auquel est empruntée une partie de ce chapitre.

On peut partager les phénomènes de décomposition du bois de hêtre abattu en deux groupes : ceux que l'on observe sur le bois fraîchement abattu, dont les cellules sont encore vivantes, et ceux que l'on constate sur le bois desséché, aux cellules mortes.

Occupons-nous d'abord du premier groupe.

On sait que le bois de hêtre exposé aux influences atmosphériques, surtout à l'humidité, subit très vite dans toute sa masse une transformation frappante ; l'intérieur devient, d'abord par places, plus tard partout, d'un brun violet rougeâtre.

Le bois brun est traversé bientôt par des flammes blanches qui s'étendent peu à peu jusqu'à ce qu'il soit *pourri blanc* dans toute la masse ; en même temps on y voit des lignes noires irrégulières, très nettes, séparant ces parties blanches des portions restées brunes.

Quand le bois a pris cette teinte brune, les praticiens disent qu'il est *échauffé* ; c'est le premier degré d'altération.

Certains rapportaient cet *échauffement* à des causes internes devant être cherchées dans la substance même du bois et le considéraient comme une transformation chimique spontanée et progressive.

Si l'on examine au microscope du bois brun de hêtre ainsi échauffé, on voit que le brunissement est dû à une matière brune qui se sépare dans les cellules parenchymateuses du bois, apparaissant sous forme de *gouttes*, de *granules*, de *dépôts pariétaux*. Sur des coupes plus épaisses, on voit que cette matière colore aussi, mais plus faiblement, les parois de tous les organes. Par ses réactions, cette matière, semblable à celle du faux cœur, est

aussi de la *lignigomme* ou *gomme de bois*. Dans le bois échauffé, elle se forme aux dépens des matières nutritives contenues dans les cellules du parenchyme, lesquelles restent vivantes encore longtemps après l'abatage.

Les vaisseaux du bois *échauffé* renferment des thylls comme ceux du *faux cœur*, mais en bien moindre quantité, surtout dans le bois écorcé. La production de lignigomme et de thylls progresse bien plus énergiquement dans le bois sous écorce que dans le bois écorcé. Le microscope le montre, ainsi que les essais d'imprégnation.

Le bois *échauffé*, à l'état de *bois en œuvre*, s'imprègne très bien, ce qui n'arrive pas pour le bois *échauffé sous écorce*. La cause en est que, dans le bois sous écorce, le parenchyme est encore nourri après l'abatage par les éléments nutritifs des cernes extérieurs et du liber et fournit plus de matière pour la formation de la lignigomme et des thylls que le parenchyme du bois écorcé et travaillé; celui-ci ne peut transformer que ses propres éléments.

En outre, on trouve de-ci de-là, isolés ou parfois en amas, des filaments mycéliens qui apparaissent à la surface du bois en un jour ou deux dans les cultures sous verre.

Tant que, dans le bois échauffé, n'apparaissent point les taches blanches, c'est-à-dire tant que la lignigomme et avec elle la teinte brune n'ont pas disparu, le microscope ne montre pas sur les parois cellulaires d'indice net de décomposition.

Mais les raies blanches accusent une altération franche; les lamelles tertiaires et secondaires des parois cellulaires sont attaquées. On y voit des lignes festonnées, sinueuses, indiquant l'érosion de la paroi qui, finalement, disparaît par places.

Lors de l'apparition des parties blanches et même déjà avant, on voit dans le bois brun les lignes noires dont on a parlé.

Pour s'assurer des causes de l'*échauffement* du bois de hêtre et des propriétés des champignons qui y participent, M. Tuzson a fait de nombreux essais d'infection.

Dans des verres stérilisés, hermétiquement clos, il a mis des fragments de bois fraîchement débités ayant en eux l'humidité nécessaire au développement des champignons et il y semait les spores des espèces que l'on voit le plus habituellement sur le hêtre. D'autres fragments identiques, mais nonensemencés,

étaient traités de la même façon. Ceux-ci, après deux et trois ans de séjour dans les verres, sont encore inaltérés, tandis que les fragments infectés ont présenté, presque tous, plus ou moins vite les caractères du *bois échauffé*.

Donc il est prouvé que *ce sont exclusivement les champignons dont on trouve les filaments dans le bois échauffé qui provoquent cet échauffement et la décomposition qui en est la suite*.

Ce sont ces champignons dont nous rencontrons à chaque pas les fructifications sur le bois de hêtre, soit en forêt, soit dans les places de dépôt, partout où il est resté assez longtemps à l'air.

Les cellules vivantes du parenchyme du bois fraîchement abattu réagissent contre l'attaque de ces champignons en formant de la lignigomme et des thylls, ce qui provoque le premier et brusque changement de coloration, le brunissement. La pourriture blanche qui vient après est due exclusivement à l'action destructrice des hyphes.

Dans les fragments non infectés gardés sous verre pour la comparaison, il ne s'est pas formé de thylls. Il est certain que les cellules parenchymateuses sont incitées à la production des thylls uniquement par l'action des filaments mycéliens. Cette production progresse plus ou moins uniformément, provoquée par les ferments que sécrètent les hyphes et qui se répandent dans les cellules avoisinantes.

Dans les essais dont on va rendre compte, les cubes de hêtre témoins se sont comportés bien différemment, suivant qu'ils étaient à l'abri dans des galeries de mine de fer (à Ludres) ou qu'ils étaient exposés aux intempéries pendant le même laps de temps (trois ans).

Les deux cubes témoins, placés dans ces dernières conditions, ont leur surface rugueuse et sillonnée de fentes nombreuses dont la largeur augmente vers la surface et dont beaucoup n'atteignent pas la section médiane (qui est à 7 ou 8 centimètres de la base du cube). Ils sont très nettement décomposés et altérés sur toutes leurs faces, mais bien plus à la périphérie qu'à l'intérieur. Bien qu'ayant perdu 28 % de son poids, le bois offre encore de la résistance et n'est pas hors d'usage.

Les cubes restés dans les galeries à l'abri de la pluie, de la neige, des variations d'humidité et de température du sol et de l'atmosphère ont perdu jusqu'à 35 % de leur poids primitif. La

décomposition s'y est faite d'une tout autre façon. Les cubes sont en apparence sains ; leur surface est bien lisse, continue, sans fentes. Mais, si l'on fait une section médiane, on voit le centre sillonné de larges fentes qui, à l'inverse des précédentes, se ferment près de la surface. Ces fentes sont garnies de plaques d'un mycélium blanc⁽¹⁾. Ces cubes, intacts en apparence, sont très légers et *sonnent le creux*, tandis que le cube voisin microsolé rend le son normal. La densité du hêtre témoin de la série C n'est plus que de 0,396 après trois ans de séjour dans l'air humide et tempéré des galeries ; elle a diminué de près de moitié.

Ces hêtres des galeries montrent le type le plus net de bois échauffé, uniformément brun, devenu absolument inutilisable sous l'unique action du champignon. Ce bois n'a plus aucune résistance ; il est hors d'usage.

Voici les champignons qui, d'après les observations et les essais d'infection de M. J. Tuzson, ont la plus grande part dans les phénomènes de décomposition du hêtre.

Stereum purpureum Pers. — En première ligne il faut citer le *Stereum purpureum*⁽²⁾, champignon hyménomycète de la famille des Téléphorées.

Ses fructifications forment des plaques coriacées, de 1 centimètre à 3 centimètres de largeur, souvent aussi plus grandes ou plus petites, qui se développent sur les sections d'abatage ou de tronçonnement du hêtre.

Elles commencent par la formation d'une croûte mycélienne petite, ronde, blanchâtre ou violette. « Quand elle a ainsi atteint un diamètre d'environ 1 centimètre, son bord supérieur qui est libre croît horizontalement en forme d'éventail ou de coquille à marge entière et courbée en dessus. La face supérieure de ce

1. La moitié du cube a été placée sous une cloche hermétique dans un milieu aseptique ; l'autre a été laissée à côté en plein air dans le sous-sol du laboratoire. On verra bientôt quels sont les champignons qui, en trois ans, ont fait disparaître la moitié de la matière ligneuse.

2. C'est un de nos mycologues forestiers les plus distingués, M. D'ARBOIS DE JUBAINVILLE, conservateur des forêts en retraite, qui a le premier en France signalé l'importance de l'action destructive du *Stereum purpureum* sur le bois de hêtre. Ce savant, qui a tant contribué à rectifier les idées erronées qui avaient cours en France sur les causes des altérations des bois et à prouver qu'elles étaient toutes dues à des champignons dont chacun produit une décomposition spéciale, a donné dans la *Revue des Eaux et Forêts* de 1890 (p. 277) une excellente description du *Stereum purpureum* et des altérations qu'il provoque.

chapeau est velue, grisâtre ou fauve, plus ou moins zonée. La face inférieure ou hyméniale est coriace, glabre, purpurine ou lilas. Le tissu intermédiaire est blanchâtre, fibreux.

« Ces chapeaux horizontaux et semi-circulaires sont rarement isolés ; ordinairement ils se groupent en grand nombre. En se développant ils se soudent à leurs voisins par leurs bords latéraux et forment chacun un lobe du chapeau composé résultant de leur jonction. De nombreuses rangées de ces chapeaux s'étagent aux extrémités des troncs de hêtres, se pressent les uns au-dessus des autres et leur ensemble prend ainsi un aspect imbriqué. » (D'ARBOIS DE JUBAINVILLE.)

Les spores sont unicellulaires, longuement cylindriques ou ovales, incolores, ayant 5-7 μ de long sur 2,5-4 μ de large.

Le mycélium est incolore et d'épaisseur variable. Dans le bois sous la fructification, les hyphes ont 2-4 μ . Ceux qui pénètrent plus loin dans le bois sont d'ordinaire plus fins ; on en mesure qui ont 0,4 μ . Ils pénètrent assez vite le bois dans toute sa longueur et provoquent au début d'abord l'échauffement, plus tard la pourriture blanche. D'ordinaire, le bois sous écorce gisant en forêt ou ailleurs est complètement échauffé en trois ou quatre mois⁽¹⁾. « Des hêtres abattus en hiver, près Darney (Vosges), sont tronçonnés en billes de 4 mètres et conduits sur le chantier de l'usine. Dès le mois de juillet ou d'août suivant, les extrémités des billes commencent à s'altérer. Au mois d'avril de l'année suivante, soit environ un an après le tronçonnement, la décomposition atteint parfois toute la longueur des billes, en sorte qu'il ne reste plus de bois sain susceptible d'être utilisé par l'industrie. Très souvent nous avons vu le *Stereum purpureum* sur les hêtres exploités, et même sur leurs souches, d'où il atteignait et tuait les rejets provenant de bourgeons adventifs. » (D'ARBOIS DE JUBAINVILLE.)

Hypoxyylon coccineum⁽²⁾ Bull., dont les fructifications se voient

1. M. Tuzson a trouvé l'intérieur de traverses de chemin de fer complètement brun cinq ou six mois après l'abatage en hiver ; les taches blanches de la pourriture se voyaient un mois ou deux après.

2. L'*Hypoxyylon coccineum* ou *Sphæria fragiformis* Pers. ou *Sphæria rubra* Willd. est une Sphériacée de la section des Phéosporées composées qui, d'après Saccardo, habite les rameaux du hêtre et, plus rarement, des chênes, saules, charmes, bouleaux, etc.

très souvent sur le bois de hêtre pourri. C'est lui qui, avec le précédent, provoque le plus fréquemment l'échauffement et la décomposition du bois. Ses fructifications sont globuleuses, habituellement de la grosseur d'un pois, mais elles peuvent acquérir de plus fortes dimensions; elles sont souvent groupées. A l'état jeune elles sont verdâtres, violettes, grises ou jaunâtres et revêtues d'un hyménium conidiophore; plus tard les fructifications deviennent rouge-brique à la surface, noires à l'intérieur. On les voit d'ordinaire sur la section transversale, plus tard aussi sur l'écorce. Le mycélium brunâtre a 2-4 μ . d'épaisseur au voisinage des fructifications.

Le mycélium pénètre le bois vite et profondément comme celui du *Stereum purpureum*.

Sur les traverses de chemin de fer en bois de hêtre échauffé, M. Tuzson n'a jamais vu apparaître que les fructifications de ces deux espèces.

Bispora monilioides ⁽¹⁾ Corda. — Les spores de cette espèce germent facilement sur le bois frais du hêtre et les chaînes de conidies y forment sur les sections transversales ou longitudinales des revêtements noirs. Les fragments infectés artificiellement ont été complètement recouverts de ces conidies en l'espace d'un mois. A l'air libre on observe les taches noires quatre ou cinq mois après l'abatage. Les filaments pénètrent à travers toute la masse, provoquant l'échauffement du bois; ils ont une épaisseur variable. Les filaments fins sont incolores et très difficiles à constater dans le bois, même à un fort grossissement, comme ceux des espèces précédentes. Dans les fragments infectés la plupart des hyphes, d'un brun jaunâtre clair, avaient 2-3 μ . d'épaisseur avec des parois assez épaisses et formaient souvent des zigzags et des dichotomies coralliformes. La forme apothécie n'est pas encore exactement connue.

Tremella faginea ⁽²⁾ Britz. — On trouve très fréquemment les fructifications de ce champignon sur le bois de hêtre en train de

1. Le *Bispora monilioides* Corda est une Dématiée de la section des Didymosporées, sous-section des Micronémées.

2. *Tremella faginea* Britz., hyménomycète de la famille des Tremellacées. « *Habitat in truncis fagineis* », dit SACCARDO.

pourrir. Elles sont gélatineuses, d'une teinte olive ou noire. On le voit plus tardivement apparaître que les espèces précédentes sur le bois abattu, normalement après deux ou trois ans. Ses filaments traversent en tous sens le bois déjà partiellement décomposé par les espèces précédentes.

Les fragments d'aubier frais infectés par ce champignon s'échauffèrent et, huit mois après, apparut le mycélium, en forme d'ouate blanche qui se développa en bourrelets et en filaments enchevêtrés et qui s'étendit même sur la paroi du vase.

Le *Tremella faginea* ne semble pas être en cause lorsqu'il s'agit d'un échauffement rapide du bois de hêtre; il n'arrive qu'après, mais n'en est pas moins un destructeur dangereux; car c'est un des premiers saprophytes du bois desséché.

Par les temps humides on voit en grande quantité sur les branches, sur les bûches de chauffage ses fructifications de taille variable, ayant jusqu'à 10 centimètres de long et 4 à 5 centimètres de large. Les basidiospores manquent sur les fructifications fraîches, vigoureuses, brillantes; elles n'apparaissent que plus tard quand des jours secs succèdent à des temps humides et que les fructifications sont recroquevillées.

Les spores ont $4-5 \times 11-18 \mu$; elles sont incolores, un peu courbées, à bouts arrondis; à l'intérieur on voit des granules et des gouttelettes de taille variable.

Schizophyllum commune Fr. — C'est encore un des destructeurs du bois de hêtre. Les essais d'infection montrent qu'il peut s'installer sur le bois frais et que ses filaments, en pénétrant dans les tissus ligneux, peuvent en provoquer le brunissement et l'échauffement. A l'air libre, cette espèce, comme la précédente, ne s'installe que tardivement sur le bois dont elle amène la pourriture blanche. Très souvent, décompose le bois sec mis en œuvre.

Les fructifications de cette agaricinée assez commune dans toute la France sont sessiles, en forme de coupe; les lames hyméniales épaisses et creusées, sur la tranche, d'une gouttière longitudinale, se bifurquent plusieurs fois. Le chapeau très poilu est blanc ou gris rosé; les lames sont blanchâtres, puis rosées.

Tels sont les champignons qui, d'après les essais d'infection et les observations à l'air libre de M. J. Tuzson, provoquent l'échauffement et la décomposition ultérieure du bois de hêtre. Les deux

espèces qui sont à la fois les plus répandues et les plus actives sont, sans conteste, le *Stereum purpureum* et l'*Hypoxyylon coccineum*.

Durée des traverses de chêne et de hêtre

Pour montrer l'efficacité des antiseptiques tels que la créosote et ses dérivés, efficacité qui se manifeste évidemment aussi bien dans tous les emplois des bois en plein air que dans l'emploi comme traverses de chemins de fer, nous ne pouvons mieux faire que de rapporter un extrait de l'étude approfondie de M. Dufaux (*loc. cit.*, p. 152). « Le hêtre et le chêne créosotés sont exclusivement employés aujourd'hui sur tout le réseau de l'Est... Les proportions moyennes pour mille des traverses retirées de toutes nos voies pendant vingt-sept ans sont données par un graphique qui fait ressortir l'utilité du créosotage, mais qui est surtout intéressant par la comparaison qu'il permet d'établir entre la durée totale du chêne et celle du hêtre créosotés.

« On constate en effet que le chêne non préparé aura duré environ quinze ans, que le chêne créosoté durera environ vingt-cinq ans et que le hêtre créosoté ne sera remplacé qu'après trente ans environ.

« Au bout de quelques années, dans les voies très fatiguées, la traverse en chêne créosoté subit une désagrégation mécanique dans les entailles, par suite de l'écrasement sous les rails des couches annuelles du bois. Les fibres se séparent et se brisent du côté de l'entaille où la charge est la plus forte ; la poussière et l'eau qui pénètrent entre ces fibres arrivent ensuite à les décomposer et il faudrait resaboter de plusieurs centimètres les emplacements des rails pour maintenir la traverse en service. Son épaisseur permet rarement de faire cette opération et la traverse ne peut plus être employée dans les voies principales.

« Il n'en est pas de même de la traverse en hêtre, qui se conserve intacte. Aussi préférons-nous le hêtre au chêne pour les lignes à grand trafic...

« En résumé, nous estimons que *les traverses en chêne créosoté ont une durée de quinze à vingt ans* dans les voies principales et ensuite de dix ans dans les voies de service ; *celles en hêtre, bien*

préparées⁽¹⁾, de dimensions fortes, peuvent durer vingt à vingt-cinq ans dans les voies principales et servir aussi une dizaine d'années dans les voies de garage. Ces résultats font que la compagnie de l'Est n'a pas intérêt à employer des traverses métalliques...

« En l'état actuel il suffit d'acheter environ 250 000 traverses neuves pour l'entretien de tout le réseau.

« Dans ces conditions nous prenons tout le hêtre que nous trouvons sur le réseau et nous complétons par du chêne la quantité à approvisionner. »

Voilà des expériences faites en grand et dans les meilleures conditions de précision et d'impartialité. Le hêtre créosoté dure plus non seulement que le cœur de chêne tel quel, mais que le cœur de chêne créosoté. On ne voit pas pourquoi d'autres bois s'imprégnant à peu près aussi facilement que le hêtre, tels que le peuplier, le sapin, ne se comporteraient pas aussi vaillamment. Des clôtures, échelas, pieux, planches, etc., en bois tendre, de peu de valeur, bien imprégnés de créosote ou de carbolineum, ou de microsol ou de tel autre antiseptique ayant fait ses preuves, dureront probablement autant, sinon plus, qu'en cœur de chêne.

Dispositif des essais

Comme il s'agissait de rechercher, entre les antiseptiques les plus vantés, d'emploi facile, non dangereux, et en même temps peu coûteux, ceux qui préservaient le mieux le bois des altérations quelconques, aussi bien de celles dues aux intempéries, aux alternatives de sécheresse et d'humidité qu'à celles qui sont le résultat des attaques de divers champignons, on a placé les bois imprégnés dans deux milieux très différents. Les uns ont été exposés en plein air dans des jardins où ils étaient enfouis presque entièrement dans du terreau ou du fumier. La section transversale supérieure était en saillie de quelques centimètres. Ils recevaient librement la pluie, la neige, le soleil.

1. « Des morceaux de traverses en hêtre non créosoté ou en hêtre mal préparé (injecté à 12 kilogr. par exemple), placés dans le pourrissoir au moment de son installation en décembre 1901, ont été décomposés au bout de quelques mois; le hêtre bien préparé a résisté jusqu'à présent. » (Chantier de préparation des traverses de la compagnie de l'Ouest à Surdon [Orne], par J. MERKLEN, ingénieur. Extraits de la *Revue générale des chemins de fer*, mai 1905.)

Les autres ont été placés à l'abri de toutes ces influences atmosphériques dans des galeries servant à l'exploitation du minerai de fer oolithique de Lorraine. Dans ces galeries horizontales creusées à 10 mètres au-dessous de la surface, à sol simplement frais, suffisamment aérées, mais où l'air ne se renouvelle que lentement, règne une température constante de 10 à 12°. Ces conditions sont *a priori* favorables à la végétation des champignons, et l'observation le prouve; car les étais des galeries, ainsi que les vousoirs, sont couverts de mycéliums variés à stroma anormalement développé parmi lesquels beaucoup appartiennent à diverses Polyporées et notamment au *Merulius lacrymans*. On y voit aussi nombre d'agaricinées, et surtout des *coprins*.

On a disposé dans des galeries abandonnées⁽¹⁾ les bois en expérience, soit sur la terre même pour la série C, soit, pour la série D, sur des planches déjà infestées par les champignons. Ces bois sont restés exposés pendant trois ans aux spores et aux mycéliums sans qu'on y ait touché.

Tous ces échantillons pesés après dessiccation ont été placés l'un près de l'autre, mais sans contact, et dans des conditions identiques, de façon que, à la fin de l'expérience, les différences constatées dans l'état des tissus ligneux, dans leur résistance à l'écrasement, dans leur densité, etc., ne pussent être attribuées qu'à l'action de l'antiseptique.

Les bois à l'air libre et dans les galeries de mines, mis en place en septembre 1903, ne furent extraits qu'en octobre 1906, soit après un peu plus de trois ans.

Bois en plein air. — La série A fut placée au jardin de l'École forestière, dans un endroit bien découvert, et enfouie jusqu'à rez terre dans du fumier. Elle comprenait huit échantillons de chacune des cinq essences suivantes : chêne, pin d'Alep, hêtre, peuplier, sapin, soit en tout quarante spécimens. Les sept antiseptiques employés furent : *Carbolineum Avenarius*, carbolineum marque du Lion, microsol, antinonnine, goudron, acide fluorhy-

1. Nous remercions vivement M. FOULD, industriel, propriétaire de la mine de Luddes, près Nancy, qui nous a aimablement autorisé à nous servir de ses galeries, et M. ROMESTAN, le chef mineur, qui nous a prêté le concours le plus dévoué.

Les séries de bois en plein air furent disposées l'une dans le jardin de l'École forestière, l'autre dans un jardin d'une petite ville (Vézelize) située à 30 kilomètres de Nancy et jouissant à peu près du même climat.

drique, lysol. Le huitième échantillon de chaque espèce fut placé tel quel pour servir de témoin, de terme de comparaison.

La série B, installée dans le jardin de Vézelize, comprenait quarante fragments identiques aux précédents, imprégnés de la même façon avec les mêmes antiseptiques et placés dans du terreau de couche où ils étaient aux trois quarts enfouis.

Bois à l'abri. — La série D, placée sur des planches champignonnées dans la galerie 4 bis de la mine de fer de Ludres, renfermait quarante échantillons des mêmes essences; les antiseptiques employés furent les mêmes que les précédents, moins le lysol, reconnu inefficace; en outre, l'antigermine fut essayée sur des cubes de chêne, de hêtre, de sapin accompagnés, naturellement, de cubes témoins.

La série C fut disposée sur le sol même dans une galerie voisine (3 bis). Elle comprenait quarante échantillons des mêmes bois imprégnés des mêmes solutions fungicides : *Carbolineum Avenarius*, carbolineum, marque du Lion, goudron, microsol, lysol, acide fluorhydrique.

Pour varier les conditions, les cubes d'essai furent placés non plus sur des planches champignonnées, mais sur le sol au voisinage de bois infestés de mycélium. Ce sont ces galeries qui, après beaucoup de recherches, ont paru le milieu le plus favorable pour le développement des champignons. Les étais et les planches qui forment le boisement de la galerie maîtresse avoisinante sont couverts de mycéliums parmi lesquels se trouve fréquemment celui du *Merulius*; les champignons trouvent là des conditions très favorables (obscurité, air humide, stagnant, température constante); en outre, dans ces galeries abandonnées, les spécimens peuvent rester vingt ans sans être dérangés.

RÉSULTATS

I — BOIS EN PLEIN AIR

(En contact avec le sol, le terreau, le fumier)

SÉRIE A — BOIS PLACÉS DANS DU FUMIER

(jardin de l'École forestière)

État des bois

Les quarante échantillons exposés pendant trois années en plein air dans les conditions précédemment énoncées ont été examinés le 4 octobre 1906.

Voici les résultats de cet examen qui a été complété par des pesées.

1. *Carbolineum Avenarius*. — Les cinq cubes d'essai (chêne, pin d'Alep, hêtre, sapin, peuplier) semblent extérieurement en parfait état. La surface inférieure est encore onctueuse et tache les doigts.

Tous ces bois, plongés pendant vingt-quatre heures dans le *Carbolineum Avenarius*, se sont admirablement comportés.

Tous, même le peuplier, si altérable, étaient aussi sains qu'au moment de la mise en place (voir le n° 11 de la planche VI à comparer avec le n° 14 de la planche II).

Ces bois humides, laissés pendant quinze jours sur le plancher d'une chambre, se couvrent de moisissures superficielles, peu adhérentes, sauf sur le peuplier où elles ne disparaissent pas même sous d'énergiques coups de brosse⁽¹⁾.

2. *Carbolineum*, marque du *Lion*. — Les cinq échantillons se montrent aussi, après ces trois ans d'exposition aux intempéries, absolument inaltérés⁽²⁾.

1. Les champignons peuvent donc très bien recouvrir du bois enduit de carbolineum ; mais, même sur le peuplier, ces moisissures ne pénétraient pas dans le bois.

2. Les cubes de peuplier traités par les deux carbolineums ont été sciés par le milieu et les faces sciées ont été immédiatement appliquées sur du papier de soie. Le *Carbolineum Avenarius* y a laissé une empreinte bien plus nette et plus teintée que celle du carbolineum du Lion.

3. *Lysol*. — Le chêne est couvert de moisissures blanches sur toutes les faces et l'aubier est manifestement altéré, surtout à la face inférieure de la demi-rondelle.

Les zones de bois de printemps du pin d'Alep sont usées, corrodées sur tout le pourtour.

Le cube de hêtre porte des champignons sur toutes les faces et le bois est altéré (l'ongle s'y enfonce aisément) surtout à la face inférieure.

Le sapin a le bois de printemps usé sur la base du cube.

Quant au peuplier, il est complètement décomposé dans sa partie souterraine.

Donc, pour ces cinq essences, le lysol, bien qu'employé à dose très forte, s'est montré un fort mauvais préservatif contre les altérations dans la terre humide et dans le fumier.

4. *Microsol*. — Au contraire, tous les échantillons immergés dans une solution de microsol à 4 % se sont parfaitement maintenus. Même le peuplier, si putrescible, retiré de cette couche de terreau et de fumier où il est resté enfoui pendant trois ans, exposé à la pluie, à la neige, aux alternatives de température, de sécheresse et d'humidité, aux attaques des champignons, s'est tenu en parfait état de conservation, comme le montrent les planches I et II qui figurent les surfaces réduites aux 6/10.

Planche I. — Sur la planche I on a représenté la face inférieure de l'échantillon microsolé (n° 8), face correspondant à une section transversale de la tige. Elle ne montre aucune trace d'altération, non plus que les faces latérales (sections tangentielles de la tige). On y voit seulement une *roulure partielle* qui existait au début de l'expérience. Elle ne s'est pas agrandie et les tissus ligneux de bordure ne se sont point du tout altérés, pendant ces trois années de séjour dans le fumier.

Le cube témoin, au contraire, est arrivé *au dernier degré de décomposition*. Une des arêtes a même disparu par suite de sa transformation en humus (voir la figure, planche I).

Planche II. — Pour voir si la préservation des tissus n'avait eu lieu qu'à la surface dans le peuplier microsolé et jusqu'à quelle profondeur s'était manifestée la décomposition du bois dans le peuplier témoin, on a scié par le milieu les deux échantillons, normalement à l'axe de la tige. Ces sections médianes, représentées sur la planche II, montrent nettement que les tissus ligneux sont

aussi indemnes au centre qu'à la périphérie pour le peuplier mi-crosolé, aussi altérés pour l'échantillon témoin. Du reste, le tableau ci-après, relatif à la perte en poids, c'est-à-dire à la disparition de la matière organique, dispense de longues explications.

5. *Antinonnine*. — Le chêne montre des moisissures; tout l'aubier enfoui est décomposé.

Le pin d'Alep est bien conservé, quoique les zones de bois de printemps soient un peu corrodées.

Sur le hêtre, moisissures nombreuses; bois enfoui, profondément altéré, surtout à la face inférieure.

Les zones de bois de printemps dans le cube de sapin sont en partie détruites.

Chez le peuplier, revêtu d'abondants mycéliums, l'altération est profonde de toutes parts; le bois est très spongieux; les racines le pénètrent facilement; des mycéliums de coprins s'y nourrissaient et avaient développé un groupe de fructifications.

D'après cet essai, l'antinonnine serait un très mauvais préservatif contre les altérations que le bois est exposé à subir dans la terre et dans le fumier en plein air.

6. *Goudron*. — Les échantillons des cinq essences mises en expérience (chêne, pin d'Alep, hêtre, sapin, peuplier), immergés pendant vingt-quatre heures dans du goudron provenant des usines à gaz, ne montraient, après trois ans d'enfouissement dans le pourrissoir du jardin de l'École forestière, aucun indice d'altération.

7. *Acide fluorhydrique*. — L'aubier du chêne est entièrement détruit et le duramen de la face inférieure commence à s'altérer.

Le pin d'Alep est en bon état, sauf l'usure prononcée des zones de bois de printemps.

La partie enfouie du cube de hêtre est manifestement altérée ainsi que celle du sapin dont les zones de bois de printemps sont très usées sur la face inférieure.

Quant au cube de peuplier, il est arrivé, comme ceux qui ont été traités par le lysol et par l'antinonnine, au dernier degré de la décomposition; les deux tiers de la matière ligneuse ont disparu.

La face supérieure du sapin restée à l'air libre est indemne; mais la face inférieure en contact avec le terreau (fumier) est altérée, les zones de bois d'été s'y présentent en fortes saillies, ainsi que sur les faces latérales de la portion enfouie.

8. *Témoins.* — Des cinq sortes de bois mis en expérience tels quels, simplement après dessiccation, c'est le sapin et le pin d'Alep qui ont le mieux résisté; le bois n'est pas décomposé; on ne constate, comme sur les échantillons traités par l'acide fluorhydrique, l'antinonnine et le lysol, que l'usure plus ou moins accusée des zones tendres.

Les cubes de sapin et les demi-rondelles de pin d'Alep plongés dans les carbolineums, le goudron et le microsols sont intacts et ne présentent aucune trace d'usure, même sur la face inférieure la plus exposée.

Ainsi, pour ces deux essences, les quatre derniers antiseptiques se sont montrés efficaces; les trois premiers n'ont eu aucun effet.

L'aubier du chêne est absolument pourri et le cœur même s'est détérioré d'une façon marquée.

L'échantillon est dans un état encore un peu plus mauvais que ceux traités à l'acide fluorhydrique et à l'antinonnine.

Le hêtre est très notablement altéré, mais pas plus que les cubes traités à l'acide fluorhydrique, à l'antinonnine ou au lysol; les autres n'offrent aucun indice de décomposition.

Mêmes observations pour le peuplier, avec cette différence très significative que le *peuplier*, soit laissé tel quel, soit immergé dans l'acide fluorhydrique, dans l'antinonnine ou le lysol, *est, après trois ans d'exposition à l'air* par sa face supérieure et de contact avec le sol (terreau, fumier) par sa face inférieure, *totale-ment décomposé*, tandis que les échantillons *traités par le Carbolineum Avenarius, le Carbolineum du Lion, le goudron ou le microsols* sont aussi sains qu'au début de l'expérience.

Perte en matière organique

Dans ce qui précède, l'action des divers antiseptiques a été appréciée à l'aide de caractères ne nécessitant l'emploi d'aucun instrument; l'aspect général, les modifications dans la teinte, dans l'odeur, dans la dureté, la grandeur des crevasses et des vides, etc., ont servi de critères.

On peut aller plus loin et se rendre compte par des pesées de la quantité *approximative* de matière organique qui a disparu, au détriment de la résistance, de l'élasticité, de la durée du bois. A ces divers points de vue, le meilleur antiseptique sera celui qui

empêchera toute transformation (solubilisation ou combustion) de la matière ligneuse primitive, lui maintenant ses qualités physiques originelles ; ce qui se peut apprécier le plus aisément par le poids (1).

Le tableau suivant donne les poids des échantillons d'essai de la série A pesés avant et après leur mise en expérience, tous dans les mêmes conditions :

ESSENCES	CARBOLINEUM AVENARIUS				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	N ^o	Avant	Après	Dif- férence	N ^o	Avant	Après	Dif- férence	N ^o	Avant	Après	Dif- férence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne	13	890	1 060	g. 170	15	1 125	1 250	g. 125	21	795	785	p. 10
Pin d'Alep	9	1 285	1 640	g. 355	13	830	975	g. 145	19	770	785	g. 15
Hêtre	12	2 430	2 855	g. 425	16	2 185	2 765	g. 580	20	2 150	2 655	g. 505
Peuplier	11	1 275	1 840	g. 565	19	1 245	1 865	g. 620	25	1 350	1 230	p. 120
Sapin	10	1 395	1 690	g. 295	18	1 325	1 600	g. 275	23	1 325	1 400	g. 75
		7 275		1 810		6 710		1 745		6 390		465

Comparons d'abord les poids et les sections médianes des cubes d'essai plongés soit dans le goudron, soit dans les carbolineums.

Observations. — 1. Comme la dessiccation a été opérée, avant et après, à peu près de la même façon et qu'il n'y a pas eu de perte sensible en matière organique, ce qui est prouvé par l'état de la surface et de la section médiane des quinze échantillons, l'augmentation de poids des échantillons carbolinés provient exclusivement de l'antiseptique absorbé ; cette augmentation s'élève pour les cinq espèces réunies à 25 % environ du poids du bois desséché à l'étuve.

Elle est insignifiante pour le goudron, sauf en ce qui concerne le hêtre, dont le bois s'imbibé avec une facilité particulière et a augmenté son poids de 25 %.

2. Cette différence entre les carbolineums et le goudron de gaz s'explique par ce fait que les carbolineums ont imprégné également tous les tissus des bois sans duramen (peuplier, hêtre) jus-

1. Il y aurait mieux à faire. Par l'emploi du microscope et des réactifs microchimiques on pourrait préciser l'action des divers antiseptiques sur les différents éléments des tissus, l'intensité et la ténacité de leur fixation, les modifications chimiques ou physiques qu'ils y déterminent, la façon et la cause de leur résistance aux attaques des champignons, des insectes, aux influences atmosphériques. Mais il faut reconnaître que nous ne possédons jusqu'alors presque aucune donnée sur ces points si importants pour la pratique.

qu'au centre et tout l'aubier des bois à duramen bien distinct (chêne, pin), partiellement même ce duramen, tandis que le goudron ne forme qu'un mince revêtement de 1 millimètre environ autour du chêne, du pin et du peuplier (¹); chez le hêtre l'imprégnation du goudron est bien plus profonde.

Les bois sans duramen semblent avoir absorbé moins de *Carbolineum Avenarius* que de carbolineum Lion; l'augmentation de poids a été de 17 % avec le premier pour le hêtre et de 26 % avec le second; le poids du peuplier s'est accru de 44 % dans le *Carbolineum Avenarius* et de 49 % dans l'autre marque.

Les bois à duramen au contraire n'ont augmenté dans cette dernière mixture que de 11 % (chêne) et 17 % (pin d'Alep), tandis que l'accroissement de poids a été, avec le *Carbolineum Avenarius*, de 19 % (chêne) et 27 % (pin d'Alep).

Sur la périphérie des rondelles (pin, chêne) le goudron ne pénètre pas et ne forme qu'un enduit, tandis que, sur ces mêmes rondelles, non seulement tout l'aubier est entièrement pénétré, mais certaines couches du duramen du pin d'Alep sont injectées soit entièrement, soit partiellement et, alors, c'est toujours la zone de trachéides du bois d'été, à lumen étroit et à parois épaisses, qui absorbe surtout l'antiseptique. Sur le chêne, le carbolineum a pénétré aussi par les fentes dans le duramen qui les avoisine.

Cette expérience montre que pour imprégner aussi complètement que possible des poutres de 15/15 centimètres (et probablement avec le même succès des bois d'un plus fort équarrissage, des traverses de chemin de fer, par exemple) il n'est nullement besoin d'appareils compliqués. Il suffit d'immerger les bois pendant vingt-quatre heures dans du carbolineum, en opérant pendant les chaleurs de l'été pour rendre ces produits aussi fluides que possible et augmenter ainsi leur force de pénétration; mais il est certain que l'imprégnation est beaucoup plus rapide avec du carbolineum chauffé à 60°.

Quelques essais préalables indiqueront le laps de temps nécessaire pour une imprégnation complète et montreront sans doute qu'il suffira de quelques heures et peut-être d'une demi-heure (²).

1. Sur les sections faites dans le sens des fibres, on voit le goudron sous forme de lignes noires très ténues pénétrer dans le lumen des vaisseaux du peuplier jusqu'à une profondeur de 3 à 4 centimètres.

2. Nous avons déjà dit que ce procédé d'injection, le plus simple de tous, allait être

Quant au goudron, même chauffé à 50° ou 60°, il n'a pénétré dans aucun des bois expérimentés, sauf quelque peu dans le hêtre. On peut cependant arriver à faire absorber aux bois 30 à 50 % de leur poids sec de goudron en rendant celui-ci plus liquide par l'action de la chaleur et en utilisant, comme force mécanique, la condensation de la vapeur d'eau produite à une température élevée. Le bois est immergé et, en alternant les effets de chauffe et de refroidissement, on peut arriver, dit M. Melsens (¹), à pénétrer complètement certains bois tendres. Avec le procédé que nous avons employé, le goudron ne forme qu'un enduit superficiel et, s'il se fendille, le bois est aisément envahi par les champignons. Les carbolineums à 60° ont, au contraire, pénétré, sans pression artificielle, tous les tissus ligneux, sauf les duramens du chêne, du pin d'Alep et les couches centrales du sapin lesquelles résistent aussi à l'injection sous pression des autres antiseptiques (goudron, créosote, sulfate de cuivre).

Examinons maintenant les poids, l'aspect extérieur et, s'il y a lieu, la section médiane des échantillons de chêne, de pin d'Alep, de hêtre, de peuplier et de sapin qui, après avoir été immergés pendant vingt-quatre heures dans des solutions de microsol, de lysol, d'antinonnine et d'acide fluorhydrique, sont restés pendant trois ans exposés aux intempéries et enfouis presque entièrement dans un mélange de terreau et de fumier. Ils fourniront, par leur comparaison avec les échantillons témoins, des notions intéressantes.

Il y a de très grandes différences dans l'état de conservation des bois suivant qu'ils ont été en contact avec tel ou tel antiseptique.

Le tableau ci-contre donne le résultat des pesées.

employé pour les 70 000 traverses du chemin de fer à voie étroite de Toul à Thiaucourt qui sont en chêne avec un équarrissage de 12/18 centimètres et ont une longueur de 1^m,70.

1. MELSENS (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1848 et 1865).

Série A

ESSENCES	MICROSOL			LYSOL			ANTINONINE			ACIDE FLUORHYDRIQUE			TÉMOINS		
	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS	Différence	Numéros	POIDS		Différence
		avant	après			avant	après			avant	après		avant	après	
Chêne	6	Gr. 1 080	Gr. 995 p. 85	Gr. 870 p. 105	3	Gr. 1 010	Gr. 720 p. 290	Gr. 970 p. 175	22	Gr. 954	Gr. 709 p. 245		Gr. 954	Gr. 709 p. 245	
Pin d'Alep	7	Gr. 1 095	Gr. 1 010 p. 85	Gr. 760 p. 63	3	Gr. 1 210	Gr. 1 070 p. 140	Gr. 978 p. 86	23	Gr. 978	Gr. 792 p. 86	21	Gr. 980	Gr. 770 p. 210	
Hêtre	4	Gr. 2 270	Gr. 2 270 p. 0	Gr. 1 918 p. 230	5	Gr. 2 515	Gr. 1 265 p. 1 265	Gr. 2 270 p. 745	9	Gr. 2 155	Gr. 1 560 p. 595		Gr. 2 155	Gr. 1 560 p. 595	
Peuplier	8	Gr. 1 460	Gr. 1 410 p. 50	Gr. 562 p. 828	4	Gr. 1 428	Gr. 392 p. 1 033	Gr. 1 385 p. 885	14	Gr. 1 385	Gr. 725 p. 760		Gr. 1 485	Gr. 725 p. 760	
Sapin	7	Gr. 1 360	Gr. 1 360 g. 30	Gr. 1 350 p. 10	2	Gr. 1 340	Gr. 1 280 p. 60	Gr. 1 365 p. 75	15	Gr. 1 365	Gr. 1 310 p. 50		Gr. 1 360	Gr. 1 310 p. 50	

On voit, d'après les chiffres du tableau, que le sapin est l'essence qui a le mieux résisté, qui a le moins perdu de son poids primitif.

Viennent ensuite le pin d'Alep, puis le chêne. L'aubier de ce dernier est en partie détruit dans les échantillons témoins ou traités par l'acide fluorhydrique, l'antinonnine ou le lysol; cette région si altérable du chêne s'est au contraire fort bien conservée sous l'action du microsol. Avec cet antiseptique, qui paraît devoir être compté parmi les meilleurs, *le hêtre et le peuplier ont gardé leur aspect et leur poids primitifs*, tandis que tous les autres chiffres du tableau se rapportant à ces deux essences accusent une diminution de poids considérable correspondant à une désorganisation profonde des tissus. Cette diminution va du tiers à la moitié pour le hêtre et, dans le peuplier, les trois quarts de la matière organique ont disparu dans quelques spécimens.

SÉRIE B — BOIS PLACÉS DANS DU TERREAU

(jardin de Vézelize)

État des bois

Comme les conditions dans lesquelles ont été placés pendant trois ans les quarante échantillons de la série B sont toujours restées à peu près identiques à celles des bois de la série A, les bois se sont comportés à peu près de la même façon.

On passera donc rapidement sur la description de leur état au terme de l'expérience, renvoyant à ce qui a été dit pour la série précédente.

La moitié de ces bois, ceux qui ont été immergés dans les carbolineums, le goudron et le microsol, a été retirée intacte.

La planche VIII montre sous le n° 14 le hêtre traité au *Carbolineum Avenarius* et qui est admirablement conservé; qu'on veuille bien le comparer au hêtre témoin (même planche n° 1) qui a été soumis aux mêmes influences.

Lysol. — Le chêne est profondément altéré non seulement dans l'aubier, mais même dans le duramen et sur les deux faces de la demi-rondelle. Sur les deux faces aussi, les zones de bois de printemps du pin d'Alep sont corrodées sur tout le pourtour;

l'aubier est intact, tandis que celui du chêne est pourri de tous côtés; conséquemment, la perte en poids, insignifiante pour le pin, s'élève au tiers du poids primitif pour le chêne.

Le hêtre et le peuplier sont aussi fortement décomposés.

Le sapin a le bois de printemps usé à la face inférieure.

Antinonnine. — Comme la série A.

Acide fluorhydrique. — Comme la série A.

Témoins. — Des cinq sortes de bois mis en expérience, c'est, comme dans la série A, le sapin qui est le moins altéré, quoiqu'il le soit notablement plus que l'échantillon du jardin de l'École.

Il est assez curieux de voir le pin d'Alep perdre ici 50 % de son poids, tandis que dans la série A il s'est bien mieux conservé, n'ayant perdu que 20 %. Il est beaucoup plus décomposé que les échantillons traités au lysol, à l'antinonnine ou à l'acide fluorhydrique.

Le chêne, le hêtre (voir la planche VIII) et le peuplier présentent aussi des tissus ligneux très fortement altérés, plus que les échantillons correspondants de la série A.

Le *terreau* semble donc être un pourrissoir plus énergique que le *fumier* ordinaire.

Perte en matière organique

Les observations précédentes sont corroborées par la détermination des poids avant et après l'expérience. Voici d'abord les poids des cubes plongés soit dans le goudron, soit dans les carbolineums.

Série B

ESSENCES	CARBOLINEUM AVENARIUS				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	N°	Avant	Après	Dif- férence	N°	Avant	Après	Dif- férence	N°	Avant	Après	Dif- férence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne.	10	890	1 080	g. 190	16	1 015	1 270	g. 255	20	890	875	p. 15
Pin d'Alep.	11	1 005	1 280	g. 275	15	885	1 045	g. 160	19	810	855	g. 45
Hêtre.	14	2 135	2 960	g. 825	19	2 185	2 835	g. 650	18	2 170	2 720	g. 550
Peuplier.	13	1 505	1 935	g. 430	21	1 310	1 690	g. 380	21	1 420	1 035	p. 385
Sapin.	12	1 400	1 600	g. 200	20	1 350	1 540	g. 190	23	1 325	1 540	g. 215
		6 935		1 920		6 745		1 615		6 615		810

L'augmentation de poids due à l'absorption du carbolineum s'élève, dans les conditions de l'expérience, pour l'ensemble des

cinq essences, à 25 % (série A) et à 28 % (série B) pour le *Carbolineum Avenarius*, et à des chiffres très voisins 26 % (série A), 24 % (série B) pour le carbolineum marque du Lion.

Le bois de chêne a absorbé 20 % de son poids de *Carbolineum Avenarius* et 18 %⁽¹⁾ de son poids de carbolineum Lion.

Celui de hêtre, 27 % de chacun de ces produits.

Celui de peuplier, 36 % à 38 %; le poids du sapin n'a augmenté que de 18 %.

On voit que, pour les deux séries, l'augmentation de poids due à l'enduit formé par le goudron est insignifiante, sauf en ce qui concerne le hêtre dont le poids s'est accru de 24 %⁽²⁾, comme dans la série A.

On peut, avec ces données, calculer approximativement la quantité de l'un de ces produits qui sera nécessaire pour imprégner un certain poids de bois et déterminer le prix de revient de l'opération.

Dans le tableau ci-contre, on a réuni les poids (avant et après l'expérience) des échantillons traités au microsolv, au lysol, à l'antinonnine et à l'acide fluorhydrique, ainsi que ceux des échantillons témoins.

On voit que, comme pour la série A, les spécimens microsolés ont gardé toute leur matière organique; la balance n'accuse que des différences insignifiantes en plus ou en moins dans le poids primitif.

Les bois ont leur aspect, leur teinte, leur dureté du début de l'expérience, tandis que le lysol, l'antinonnine, l'acide fluorhydrique n'ont eu aucun rôle utile; les bois traités par ces antiseptiques sont tout aussi altérés, quelquefois plus, que les témoins.

Les résultats obtenus avec la série B démontrent mieux que ceux de la série A l'efficacité des carbolineums, du goudron et du microsolv, parce que les échantillons témoins de cette série B (jardin de Vézelize) sont manifestement plus décomposés que ceux du jardin de l'École. Les conditions extérieures se sont montrées moins favorables à Vézelize qu'à Nancy pour la conser-

1. Ces doses considérables tiennent à ce que, d'après la forme et le faible diamètre des échantillons (demi-rondelles), l'aubier occupait dans le volume total une proportion inusitée.

2. C'est le bois de hêtre qui absorbe le mieux le goudron. Sur certains points, dans le bois plein, sans aucune fente, le goudron a pénétré à 1 centimètre.

Série B

ESSENCES	MICROSOL			LYSOL			ANTINONINE			ACIDE FLUORHYDRIQUE			TÉMOINS		
	Numéros	POIDS		Numéros	POIDS		Numéros	POIDS		Numéros	POIDS		Numéros	POIDS	
		avant	après		avant	après		avant	après		avant	après		avant	après
		Gr.	Différence		Gr.	Différence		Gr.	Différence		Gr.	Différence		Gr.	Différence
Chêne	7	1 030	995 p. 35	28	950	625 p. 325	2	1 120	800 p. 320	27	950	755 p. 195	23	870	675 p. 195
Pin d'Alep	5	900	865 p. 5	26	870	810 p. 60	1	990	1 020 g. 30	24	860	830 p. 60	22	1 125	565 p. 560
Hêtre	10	2 280	2 360 g. 80	30	2 235	1 645 p. 590	7	2 245	1 275 p. 970	25	2 135	1 270 p. 865	1	2 360	1 680 p. 680
Peuplier	9	1 270	1 365 g. 125	28	1 385	1 135 p. 250	5	1 905	550 p. 1 355	26	1 145	660 p. 485	15	1 355	910 p. 445
Sapin	8	1 485	1 510 g. 25	26	1 300	1 235 p. 65	4	1 290	1 310 g. 20	30	1 325	1 230 p. 95	14	1 495	1 280 p. 215

vation des bois⁽¹⁾. Ainsi le sapin et le pin d'Alep témoins de la série B sont bien plus décomposés que ceux de la série A, comme l'indique leur perte en poids beaucoup plus accusée; le hêtre et le peuplier témoin montrent aussi un degré de décomposition plus avancé.

Enfin, la pesée, confirmant l'examen à la vue, indique que c'est, comme pour la série A, le sapin qui, mis tel quel dans le terreau, a le mieux résisté.

Résumé de la première partie

1° Avec le procédé adopté, les deux variétés de carbolineum ont pénétré jusqu'au centre du peuplier, du hêtre, du sapin et ont imbibé tout l'aubier du chêne et du pin d'Alep, même quelques plages de leur duramen, sans qu'il ait été besoin de recourir à la vapeur et à la pression. La teinte brune que prend le bois partout où a pénétré le carbolineum est, à cet égard, tout à fait démonstrative. Mais le microsol, qui imbibe le bois aussi à fond que le carbolineum, ne peut être décelé que par le réactif du cuivre. Les augmentations de poids relevées pour chaque essence donneront des indications sur la quantité nécessaire à l'imprégnation d'un poids donné de matière ligneuse par les carbolineums ou les produits analogues;

2° Des échantillons témoins, laissés trois ans en plein air dans le terreau ou le fumier, c'est le sapin qui s'est le mieux conservé; après, vient le pin d'Alep. L'aubier du chêne, ainsi que le hêtre et le peuplier, sont très altérés; leur bois n'a plus aucune résistance; on serait obligé de le remplacer⁽²⁾;

3° Le point important à retenir est que, dans les deux séries A et B, *le lysol, l'antinonnine, l'acide fluorhydrique n'ont eu aucune action préservatrice*; les échantillons qui ont été en contact avec ces produits sont aussi décomposés, sinon plus, que les témoins. Au contraire, *le chêne, le pin d'Alep, le hêtre, le peuplier, le sa-*

1. Le climat est à peu près le même; les bois de la série B étaient enfoncés rez terre dans du vieux terreau de couche et ceux de la série A dans du fumier. Est-ce là la raison? En tout cas, la différence dans l'état des témoins était très sensible.

2. Le terreau semble constituer un meilleur pourrissoir que le fumier; tous les bois plongés dans le terreau étaient plus altérés que les échantillons placés dans le fumier, sauf le peuplier; pour les résineux surtout (pin d'Alep, sapin) la différence de poids est très sensible.

pin traités soit par le Carbolineum Avenarius, soit par le Carbolineum marque du Lion, soit par le goudron, soit par le microsol, sont tous aussi intacts qu'au début de l'expérience. Ils vont être remis en place ; on verra plus tard quel est celui dont l'efficacité se prolongera le plus longtemps.

Résultats après des expériences de plus longue durée

D'après les attestations fournies par les fabricants du *Carbolineum Avenarius* et par nombre de personnes ayant utilisé ce produit, la protection du bois par cet antiseptique se prolongerait fort longtemps. Citons seulement deux faits bien probants :

1° Une planche de sapin immergée dans le *Carbolineum Avenarius* et placée dans un sol très humide et riche en humus était complètement saine après vingt ans, tandis qu'un poteau de sapin non imprégné et voisin était absolument pourri après cinq ans.

Des échelas, des pieux, des clôtures sont, disent les prospectus de cette société, aussi intacts après vingt et même vingt-cinq ans qu'au moment de la mise en place ; il n'y a que l'usure atmosphérique des couches tendres de bois de printemps qui ne peut être évitée.

Toutes les attestations parlent de l'emploi de cet antiseptique à chaud⁽¹⁾ ;

2° Des lattes en bois de hêtre provenant d'une clôture de jardin, peintes une seule fois avec du *Carbolineum Avenarius* chaud, et posées au printemps de 1888, ne présentent encore aujourd'hui (1907), après dix-neuf ans, aucune trace d'altération.

1. L'imprégnation est beaucoup plus rapide à chaud. Une planche de hêtre plongée dans le *Carbolineum Avenarius* à chaud (65°-70°) s'imprègne instantanément, en une minute. Immergé pendant dix minutes dans ce même produit à 18°, le fragment de planche de hêtre examiné au bout de quatre jours n'est pas imprégné complètement ; il ne l'est qu'au bout d'une quinzaine de jours, par exemple, l'imprégnation du tissu ligneux ne se faisant que peu à peu. Nous répétons que nous n'entendons nullement affirmer la supériorité de la marque *Avenarius* sur les autres produits similaires ; la marque du *Lion* s'est montrée aussi efficace pour la préservation des bois pendant ces trois ans. S'il en est question ici, à l'exclusion des autres marques, c'est que ce produit, inventé en 1875 par M. Avenarius, est le plus employé, du moins dans le nord-est de la France ; que les grands consommateurs (chemins de fer de l'Est, usines Solvay) le préfèrent ; qu'il semble le meilleur, d'après les expériences rapportées plus haut, et d'une composition constante, ce qui est une condition capitale pour un antiseptique.

II — BOIS A L'ABRI

Conditions à réaliser

Les bois en œuvre sont souvent abrités contre les intempéries.

Dans ces conditions, l'expérience prouve que, s'ils ont été employés à l'état sec, s'ils ont été mis en place dans des milieux restant toujours secs, si enfin ils ne sont pas envahis par des insectes, ils se maintiennent pour ainsi dire indéfiniment en bon état.

Que si, par contre, au moment de la mise en œuvre, leur dessiccation est incomplète, s'ils sont en contact avec un air humide, chaud et confiné, les germes (spores ou mycélium) qu'ils recèlent ou qu'ils peuvent recevoir du dehors se développent en un stroma plus ou moins vigoureux, de forme particulière pour chaque espèce de champignon. Grâce aux ferments qu'ils sécrètent, ces hyphes désorganisent le bois et le rendent bientôt impropre à l'emploi qui lui avait été assigné.

Il fallait trouver un milieu remplissant les conditions précédentes et se rapprochant, par suite, de celles qui favorisent le développement du redoutable *champignon des maisons* (*Merulius lacrymans*).

Nous avons cru le rencontrer dans les galeries des mines de fer oolithique de l'étage toarcien aux environs de Nancy. Les vousoirs et les étais des galeries maîtresses sont revêtus de nombreux champignons dont le stroma extraordinairement développé, atteignant des proportions inusitées, montre que le milieu est aussi favorable que possible au développement des champignons lignivores; parmi eux, on a souvent trouvé le *Merulius lacrymans* et le *Poria* (*Physisporus*) *vaporaria*, si communs dans les habitations.

La température est constante, oscillant autour de 10° à 12°; l'air est toujours suffisamment chaud et humide et ne se renouvelle que lentement. Deux séries d'échantillons ont été disposées dans deux de ces galeries; la série C a été placée dans la galerie 3 bis sur le sol même, la série D sur des bois champignonnés dans la galerie 4 bis.

Principales espèces de champignons s'attaquant aux bois en œuvre

Les antiseptiques appliqués sur les séries C et D devaient les protéger exclusivement contre les champignons, puisque, par leur situation même, les bois mis dans les galeries de mines n'avaient rien à redouter des intempéries ni des insectes.

Merulius lacrymans. — Parmi ces champignons destructeurs des bois en œuvre, le plus important de beaucoup par sa fréquence, par l'intensité et la rapidité de ses dégâts est le *champignon* dit *des caves* ou *des maisons* (le *Hausschwamm* des Allemands) dont le nom scientifique est *Merulius lacrymans* Jacq (1).

On se contentera ici de résumer ses principaux caractères et de montrer le grand intérêt que nous avons à préserver de ses atteintes les bois de nos habitations, en renvoyant le lecteur désireux de le connaître plus à fond aux nombreux travaux spéciaux dont ce champignon a été l'objet (2).

Il fait partie de la grande famille des Polyporées, caractérisée par ce fait que l'assise génératrice des spores (*hyménium*) est disposée à la face inférieure du chapeau sur des lames anastomosées en réseaux ou en tubes plus ou moins larges.

Parmi les diverses formes du genre *Merulius*, caractérisé par son hyménium plissé-réticulé, à plis anastomosés formant des aréoles ou de larges cellules, l'espèce la plus importante est celle dont nous nous occupons. On l'a nommée *lacrymans*, c'est-à-dire *pleureur* parce que, dans les espaces fermés, quand il ne peut

1. Il s'appelle encore *Serpula lacrymans* Wulf. ou *Merulius destruens* Pers. ou *Merulius vastator* Tode. Ces deux derniers noms spécifiques font une allusion expressive à ses éminentes qualités destructrices. Son nom vulgaire allemand *champignon des maisons* est plus exact que la dénomination française (*champignon des caves*) puisqu'il attaque souvent aussi la charpente des étages supérieurs.

2. C'est au célèbre professeur de Munich, ROBERT HARTIG, que l'on doit les premières recherches approfondies (1878) sur la destruction des bois par les champignons. En 1875, il publia son important travail : *Der echte Hausschwamm*, dont son élève et continuateur M. von TUBEUF, vient de donner en 1902 une seconde édition (104 pages in-8) très augmentée. Beaucoup d'autres auteurs allemands, et en dernier lieu MÖLLER (1903), se sont occupés de ce terrible destructeur. La brochure de DÆRTIGER (Berlin, 1898, 2^e édit.) : *Die Hausschwammfrage vom bautechnischen Standpunkte*, est particulièrement importante pour les praticiens. Dans la littérature française on trouvera un bon résumé de nos connaissances sur ce sujet dans l'*Étude sur le champignon des maisons*, par J. BEAUVIER, 64 pages, 9 figures, Rey, Lyon, et dans l'ouvrage *Le Bois*, par le même auteur, Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Voir aussi mes articles, *Revue des Eaux et Forêts*, 1901 et 1902.

céder son eau à du bois, il l'élimine sous forme de gouttes ressemblant à des larmes.

Mycélium. — Le mycélium est d'abord d'un blanc pur ; il devient grisâtre avec l'âge. Les filaments s'accolent et s'enchevêtrent pour former des lames parfois très minces, ayant l'apparence et la minceur du *papier de soie*. Quand le mycélium est richement alimenté, dans un air humide et chaud, il peut former de vastes revêtements d'un blanc de neige ayant plusieurs centimètres d'épaisseur, absolument semblables à d'épaisses feuilles d'*ouate*. Une troisième forme, très importante, du mycélium du mэрule est la forme en *cordons* grâce auxquels le champignon, extrêmement avide d'eau, peut la transporter de la cave au grenier et continuer là son action destructrice. Ces cordons sont tout d'abord simplement des filaments ténus qui, profitant de toutes les crevasses, de tous les joints, cheminent à travers la maçonnerie et les couches de terre, ou derrière les boiseries ou dans les fissures des bois de charpente, et sont alimentés et humectés par les cordons situés en arrière.

Une fente de muraille, traversée au commencement par ces filaments ou hyphes tendres, laineux, contiendra plus tard un cordon épais, résultant de l'agglutination et de la prolifération de ce mycélium. Il y a dans ces cordons un *appareil tégumentaire*, sous forme d'une couche très serrée, sans méats, d'hyphes grisâtres, un *appareil conducteur*, sorte de larges vaisseaux formés par des hyphes entourant un espace vide ; on y trouve aussi des fibres très résistantes, à lumen presque imperceptible et à parois épaisses qui jouent le rôle du stéréome ou *appareil de soutien*, et les hyphes ordinaires, tendres, riches en plasma, avec leurs *cellules à boucles* (*Schnallenzellen*), sont l'appareil conjonctif et assimilateur où s'accomplissent les actes chimiques d'assimilation et de mise en réserve. C'est là un très remarquable exemple d'adaptation qu'on ne trouve que chez ce champignon, lequel modifie son organe unique, l'*hyphe*, de façon à former avec lui les quatre principaux appareils ou tissus des plantes supérieures. C'est par ces larges tubes, ces sortes de vaisseaux, que l'eau puisée dans les parties humides peut monter à une dizaine de mètres pour constituer de nouveaux filaments et humidifier le bois environnant, le rendant apte à être attaqué.

Fructification. — Quand le mycélium s'est suffisamment déve-

loppé dans son milieu nourricier, qu'il a accumulé une provision suffisante de matières plastiques et qu'il peut enfin arriver à l'air libre, il ne tarde pas à donner naissance aux fructifications bien connues. On voit, sur ce blanc tapis d'ouate, la masse mycélienne, d'abord blanche et peu serrée, devenir plus compacte, se colorer çà et là en rougeâtre, présenter des plis vermiformes qui bientôt se couvrent de spores couleur de rouille, à tel point que toute la surface fertile prend une coloration orangée foncée.

Les spores des basides ont 1 centième de millimètre de longueur et moitié moins de largeur.

Destruction du bois par le mэрule. — Ces spores apportées par le vent, ou les ouvriers ou les marchandises, existant même peut-être déjà dans les fentes du bois au moment de la mise en place (1), germent sur les bois humides; elles émettent à une de leurs extrémités un tube mycélien qui pénètre dans l'intérieur du bois, se ramifiant bientôt d'autant plus abondamment et vigoureusement qu'il circule dans un milieu plus riche. Ces filaments (hyphes) percent les parois des fibres ligneuses en y faisant de très fines perforations qui ne s'élargissent pas plus tard et qui sont très difficiles à observer au microscope, ce qui a fait croire à certains auteurs que le bois envahi par le mэрule n'offrait pas de perforations dues au champignon. C'est grâce aux diastases que sécrètent les hyphes, surtout près de leur point végétatif, que ceux-ci peuvent attaquer, rendre solubles et plus ou moins assimilables les éléments des tissus et notamment la gomme de bois (lignigomme), la coniférine, à un moindre degré, la cellulose. Il arrive un moment où le bois ne présente plus la réaction de la lignine, c'est-à-dire ne se colore plus en rouge par l'action de la phloroglucine et de l'acide chlorhydrique, mais il réalise au contraire la réaction de la cellulose en se colorant en bleu par le chloro-iodure de zinc.

Le bois épuisé par le champignon s'est transformé en une substance brune consistant en lignigomme, en tannin (2) et en

1. Quoique le champignon soit rare en forêt, il y existe cependant et le bois peut être déjà infesté là ou dans les divers chantiers où il a séjourné avant d'arriver à pied d'œuvre. Ces spores conservent longtemps leur faculté germinative. HARTIG en a vu germer après plus de sept ans.

2. Les dictionnaires de l'Académie et de Littré écrivent *tannin*; mais les anciens lexiques et les anciens auteurs (ex. : Thénard cité par Littré au mot *tan*) orthographiaient *tannin*; la plupart des auteurs modernes, obéissant à la logique, suivent cet exemple. *Tannage, tanner, tannique, tanneur* et vingt autres dérivés prennent deux *n*; pourquoi *tannin* seul n'en prendrait-il qu'une ?

oxalate de chaux. Tant que le bois contient de l'eau en abondance, il garde son volume primitif; mais, quand elle a disparu, il prend un tel retrait qu'il se produit des crevasses à angle droit l'une sur l'autre et que le bois se fragmente, sous la moindre pression des doigts, en fragments cubiques et, si on insiste, en poussière couleur tabac d'Espagne. L'ongle pénètre facilement dans le bois décomposé qui prend une coloration brune particulière bien significative.

En quelques années, *même en quelques mois*, ce parasite énergique *peut détruire la charpente d'une maison neuve*. On connaît de nombreux exemples.

Il est d'autant plus urgent de prendre des précautions contre ce champignon qu'il se développe de plus en plus et que ses dégâts sont beaucoup plus fréquents qu'autrefois.

Comme on ne peut reconnaître, au moment de la réception des bois, s'ils renferment ou non des germes d'infection (spores ou mycélium), comme on ne peut être sûr qu'ils n'en recevront pas du dehors à un moment donné, il est sage d'agir comme si tous les bois en œuvre possédaient déjà ces germes ou devaient les posséder un jour et de se placer dans des conditions telles qu'ils ne puissent se développer.

Il n'y a pour cela que deux moyens :

1° Le mэрule est très avide d'eau; il l'emprunte aux bois, aux murs, à l'air même avec lesquels il est en contact et la transporte avec lui par ses cordons d'un bout à l'autre du bâtiment.

Pour qu'il se développe, il lui faut de l'humidité et inversement la dessiccation le tue ou, en tout cas, le paralyse.

Donc, en n'employant que des bois bien secs, en encastrant les poutres dans des murs bien secs et assez épais pour s'opposer à la pénétration de l'humidité extérieure (murs exposés aux vents de pluie), en évitant toute cause de réhumectation permanente, ou en tout cas prolongée, d'une partie quelconque des bois d'une maison, en aérant et chauffant assez les pièces pour que les bois ne puissent reprendre une quantité notable de l'humidité atmosphérique, on est sûr que les champignons ne se développeront pas. Les charpentes, ou les planchers ou les meubles, pourront être détruits par les insectes; on n'aura à craindre aucune végétation cryptogamique;

2° Mais il faut reconnaître qu'on est bien rarement sûr de

pouvoir se placer dans les conditions précédentes, surtout avec les habitudes actuelles des commerçants en bois et des entrepreneurs de constructions.

Heureusement, il y a un autre moyen d'empêcher les champignons de se développer *même dans des poutres insuffisamment sèches placées dans des murs frais*, même dans des travures et des planchers posés directement sur le sol frais; c'est d'enduire les parties des bois qui doivent être en contact avec des milieux humides (murs, sol) ou même les bois tout entiers, s'ils sont trop peu secs, avec des antiseptiques éprouvés, d'une efficacité reconnue, qui empêcheront le développement des germes préexistants ou futurs.

C'est pour guider les propriétaires, architectes, entrepreneurs dans le choix de ce meilleur antiseptique que nous avons installé des bois de diverses essences et diversement antiseptisés dans un milieu très favorable au développement des végétations cryptogamiques.

Polyporus vaporarius Fries. (*Poria vaporaria* Pers). — Voici une autre polyporée qui se présente beaucoup plus fréquemment en forêt (sur les pins, les épicéas) que l'espèce précédente. Elle infecte aussi bien les racines que les blessures de la base du fût. Le bois attaqué devient brun rouge, léger comme du liège, se fend par le dessèchement, s'écrase facilement en menus fragments et se rapproche peu à peu de l'état du bois à demi carbonisé sans devenir cependant jamais noir (¹). Non seulement il est très dommageable sur les arbres vivants, mais, après le *mérule pleureur*, c'est sûrement lui qui cause le plus de dégâts dans les bois de construction.

Si l'on emploie dans les maisons du bois envahi par ce champignon et que ce bois ne se dessèche pas assez vite, le mycélium se développe plus ou moins abondamment *et détruit en peu de temps tout le matériel ligneux*. C'est surtout dans les caves et dans les rez-de-chaussée dont les planchers reposent sur le sol qu'il se propage le plus; il provoque une décomposition qui res-

1. Ce parasite, dit M. MATHEY, *loc. cit.*, p. 166, engendre une pourriture *du pied*, excessivement fréquente sur les sapins des forêts du Jura et du Doubs où elle est connue sous les noms de *pain d'épice*, *pourriture liège*, etc. Cette maladie s'observe surtout chez les très gros arbres et offre une frappante analogie de facies et de développement avec la pourriture rouge du chêne, due le plus souvent à un autre polypore, le *P. sulphureus* (quelquefois au *Stereum frustulosum*).

semble beaucoup à celle du *mérule*. Le *P. vaporarius* absorbe pour son alimentation presque toute la cellulose des parois lignifiées, grâce à la diastase sécrétée par ses filaments mycéliens. Comme sur les arbres vivants, le bois devient brun clair, puis brun rouge, se crevasse suivant deux directions perpendiculaires. Par la dessiccation, les fentes s'élargissent, le bois perd toute consistance, devient extrêmement léger, s'écrasant aisément sous la moindre pression en menus fragments anguleux. Son mycélium s'étale à la surface des planches ou des poutres en lames minces d'un blanc pur ou en cordons qui ne deviennent jamais grisâtres comme chez le *mérule*.

Ses fructifications sont tout à fait différentes aussi ⁽¹⁾.

La grande différence au point de vue des dégâts entre ces deux champignons éminemment destructeurs consiste en ce fait que le *P. vaporarius* est limité dans son champ d'action aux sous-sols et aux rez-de-chaussée. Il ne possède pas, comme le *Merulius lacrymans*, ces cordons si hautement différenciés qui permettent à ce dernier de porter jusqu'aux étages supérieurs l'eau puisée dans les caves, d'humecter ainsi et de décomposer les bois des parties les plus élevées des édifices ⁽²⁾.

Autres champignons destructeurs des bois en œuvre. — D'autres espèces, appartenant encore en majeure partie à la grande famille des *Polyporées* dont le bois sur pied ou en œuvre a tant à se plaindre, se rencontrent de temps en temps dans les maisons ou sur les bois exposés à l'air (poutres de ponts, clôtures, traverses de chemin de fer, etc.). Nous citerons :

Merulius aureus dont le mycélium ne forme pas de cordons épais comme le *mérule* ordinaire ;

1. Elles sont blanches, formant des croûtes de 5 millimètres d'épaisseur solidement adhérentes au substratum ; suivant le degré d'humidité et de chaleur, suivant l'emplacement, elles affectent les formes les plus diverses ; elles ne sont pas pérennes. Les tubes hyménophores de la surface libre sont toujours plus ou moins inclinés ; ils portent un hyménium composé de basides claviformes avec spores incolores ayant 5-6 μ de long (le μ est 1 millième de millimètre) et 3-3,5 μ de large, et répandent une odeur forte *sui generis*.

2. M. WOR (*Zeitschrift für die Pflanzenkrankheiten*, 1903, p. 363) a observé qu'en Silésie le *Polyporus vaporarius* est plus commun que le *Merulius* ; il l'a constaté en ces dernières années dans plus de trois cents maisons. Il attribue cette fréquence à ce que, dans l'Allemagne orientale, on emploie de plus en plus des poutres et des planches de sapin de Galicie. Les arbres sur pied sont déjà attaqués par ce polypore. Dans les constructions neuves il commet ses dégâts surtout dans les trois premières années. Il est bien plus sous la dépendance du taux d'humidité du bois que le *mérule* et, par suite, il est plus facile de prévenir son apparition ou de le détruire.

Coniophora cerebella, ressemblant beaucoup au *Merulius*, mais dont l'hyménium ne présente jamais de plis saillants réticulés, dont les spores sont plus grosses (9-12 μ . de long, 5-8 μ . de large), régulièrement ellipsoïdes et d'une teinte plus brune ;

Lenzites sepiaria (*L. abietina*) dont le mycélium forme sur les poutres des masses grises ou brun-rouille, laineuses ou en bourrelets feutrés ; il peut parfaitement détruire les charpentes et traverser les murs. Les hyphes sont brun jaunâtre, entortillés, rarement ramifiés, présentant aussi des cellules à boucles ;

Dædalea quercina, *Trametes gibbosa* ont décomposé ⁽¹⁾ des traverses de chêne injecté venant du Nord par flottage. Ces traverses avaient déjà du reste dix-huit ans de durée. On trouve aussi le *Dædalea quercina*, le *Corticium giganteum* dans les maisons, sur les poutres et les planches de chêne ;

Leptoporus destructor, *Lentinus squamosus*, *Paxillus acheruntius*, *Coprinus radians*, *Fomes annosus*, *Fomes pinicola*, *Merulius* (*Trametes*) *serpens*, *Psathyrella disseminata* ont été signalés, mais rarement, sur les bois en œuvre.

Les auteurs (HENNINGS) citent encore nombre d'ascomycètes et de sphéropsidacées.

SÉRIE C — BOIS PLACÉS DANS LA GALERIE 3^{bis}

(sur le sol même)

État des bois

Les trente-cinq échantillons sont restés, pendant trois ans, du 12 novembre 1903 au 12 novembre 1906, dans l'air humide et confiné de cette galerie, à la température de 8° à 12°.

Depuis leur sortie de la mine ils ont séjourné dans une chambre, soumis aux mêmes conditions que les échantillons des autres séries.

Ils ont été examinés et pesés en février 1907.

Carbolineums et goudron. — Les bois de chêne, pin d'Alep, hêtre, peuplier, sapin, qui ont été immergés pendant un jour soit dans le *Carbolineum Avenarius*, soit dans le carbolineum marque du Lion, soit dans le goudron, ont été retirés de la

1. En 1906, à la gare de Darnieulles, notamment.

galerie dans un état parfait de conservation, sauf la demi-ronnelle goudronnée de pin d'Alep. Une fente s'est produite à l'intersection de la surface cylindrique avec la section diamétrale et le long de cette fente tout l'aubier est altéré; on sait que le goudron ne forme qu'un revêtement superficiel.

Microsol. — Tous les spécimens sont intacts.

Lysol. — L'aubier du chêne est décomposé sur son pourtour; le pin est très altéré sur la section diamétrale, entièrement revêtue d'une plaque de mycélium.

Le hêtre, le peuplier, le sapin, ces deux derniers surtout, sont fortement décomposés.

Antinonnine. — Le chêne est bien conservé; le pin et le hêtre ne présentent que quelques traces d'altération; le peuplier paraît extérieurement en bon état quoique son poids ait diminué du quart.

Quant au sapin, il est resté indemne.

Témoins. — L'aubier du chêne est décomposé surtout du côté qui reposait sur le sol; le pin d'Alep et le hêtre sont altérés sur toutes les faces; le bois du peuplier et celui du sapin n'offrent plus aucune résistance.

Perte en matière organique

Malgré les conditions très différentes de celles des bois des séries A et B exposés aux intempéries, les gains en poids des échantillons de la série C, carbolinés ou goudronnés, restent à peu près les mêmes.

La préservation a été parfaite.

Série C

RESSOURCES	CARBOLINEUM AVENARIUS				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	N ^o	Avant	Après	Dif- férence	N ^o	Avant	Après	Dif- férence	N ^o	Avant	Après	Dif- férence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne	12	1 110	1 235	g. 125	17	910	1 160	g. 250	19	840	920	g. 80
Pin d'Alep.	10	1 180	1 420	g. 240	14	900	1 095	g. 195	20	780	770	p. 10
Hêtre	13	2 555	2 830	g. 575	17	2 305	2 925	g. 620	23	2 300	2 700	g. 400
Peuplier	12	1 285	1 815	g. 530	18	1 470	1 745	g. 275	22	1 140	1 350	g. 210
Sapin	11	1 290	1 655	g. 365	19	1 335	1 470	g. 135	23	1 325	1 450	g. 125
		7 120		1 835		6 920		1 475		6 385		815

Le peuplier, le sapin, le hêtre ont absorbé respectivement 41, 28 et 25 % de leur poids en *Carbolineum Avenarius*. La planche VII montre que, pour le sapin, cette imprégnation (de 28 %) est largement suffisante; la section médiane (n° 11) aussi bien que la surface sont absolument intactes après trois ans de séjour dans la galerie, tandis que l'échantillon témoin voisin (n° 17) est entièrement décomposé; son bois déformé, parsemé de larges fentes, n'a plus aucune résistance et a perdu plus de la moitié de son poids initial.

Le *microsol* s'est accusé aussi bon conservateur des bois en air confiné propice aux champignons que des bois en plein air. La planche V représente la section médiane du cube de peuplier n° 6 qui, après avoir été immergé pendant vingt-quatre heures dans une solution de *microsol* à 4 %, est resté trois ans dans une galerie de mine. On voit que ce bois, qui compte parmi les plus putrescibles, est demeuré absolument sain, tandis que le peuplier témoin (bas de la planche) est notablement décomposé.

Les résultats donnés par l'*antinonnine*, produit très vanté comme efficace contre le mэрule, ont été bien meilleurs que dans les séries précédentes, exposées aux intempéries. Tandis que les deux cubes de peuplier traités à l'*antinonnine* ne sont que pourriture dans les séries A et B, celui de la série C semble intact.

Quant aux témoins, le fait le plus remarquable est la profonde altération du sapin, bois qui s'était conservé le mieux en plein air. Il est même plus décomposé que le peuplier dont la section médiane est figurée sur la planche V; comme ce dernier, comme aussi le hêtre et le pin d'Alep, il a perdu, nous venons de le dire, pendant ses trois ans de séjour dans la galerie de mine 3 bis, plus de la moitié de son poids.

Série C

ESSENCES	MICROSOL				LYSOL				ANTINONNINE				TÉMOINS			
	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence
		Avant	Après			Avant	Après			Avant	Après			Avant	Après	
Chêne. . . .	8	Gr. 1 110	Gr. 1 185	g. 75	29	Gr. 1 395	Gr. 1 090	p. 305	5	Gr. 1 160	Gr. 1 050	p. 110	25	Gr. 945	Gr. 750	p. 195
Pin d'Alep. .	6	Gr. 1 150	Gr. 1 155	g. 5	27	Gr. 1 310	Gr. 870	p. 440	4	Gr. 1 210	Gr. 1 115	p. 95	28	Gr. 1 415	Gr. 705	p. 710
Hêtre. . . .	11	Gr. 2 135	Gr. 2 135	g. 0	28	Gr. 2 335	Gr. 1 400	p. 935	8	Gr. 2 425	Gr. 1 675	p. 750	26	Gr. 2 190	Gr. 1 175	p. 965
Peuplier. . .	6	Gr. 1 180	Gr. 1 160	p. 20	29	Gr. 1 410	Gr. 1 015	p. 395	1	Gr. 1 755	Gr. 1 290	p. 465	16	Gr. 1 515	Gr. 700	p. 815
Sapin. . . .	9	Gr. 1 395	Gr. 1 345	p. 50	27	Gr. 1 510	Gr. 845	p. 665	3	Gr. 1 240	Gr. 1 335	g. 95	17	Gr. 1 350	Gr. 585	p. 765

Il est intéressant de remarquer que, si le chêne n'a pas perdu plus de son poids dans la galerie qu'à l'air libre, il n'en a pas été de même des deux résineux (pin d'Alep et sapin) qui se sont beaucoup moins bien maintenus dans la galerie. Le hêtre et le peuplier se sont aussi altérés au moins autant à l'abri qu'en plein air.

Comparons ce hêtre témoin avec ceux qui ont été traités à l'antinonnine et au microsol.

Le hêtre témoin paraît sain à l'extérieur, qui offre une surface bien lisse et sans fissure. Mais il est profondément altéré au cœur. Une section médiane montre le bois totalement *échauffé*, sillonné de grandes fentes qui se ferment vers la surface, au contraire de ce qui se voit chez les hêtres témoins des séries A et B. Dans ces fentes abondent des plaques de mycélium blanc qui a décomposé le bois au point de lui faire perdre presque la moitié de son poids. Ce cube est extrêmement léger et sonne le creux ; sa densité n'est plus que 0,396. Celle du hêtre à l'antinonnine a diminué aussi, mais moins ; elle atteint encore 0,538 et le bois paraît en bon état.

Le hêtre microsolé a conservé sa densité première 0,707 et sa teinte normale. Ce bois est certainement aussi sain qu'au moment de sa mise en place. Des antiseptiques tels que ce microsol, qui préservent de toute décomposition, pendant trois ans, des bois aussi altérables que le hêtre et le peuplier, placés dans les pires conditions, ont certes une grande utilité.

SÉRIE D — BOIS PLACÉS DANS LA GALERIE 4^{bis}

(sur des planches champignonnées)

État des bois

Les trente-cinq échantillons sont restés, pendant trois ans, dans la galerie 4^{bis}, voisine de la galerie 3^{bis} où étaient les bois de la série C. Ils ont été soumis aux mêmes conditions, non seulement dans la mine, mais depuis leur sortie. Les trois seules différences sont celles-ci :

1° Dans l'espoir de favoriser l'infection, les cubes d'essai ont été placés sur des planches visiblement envahies par des mycéliums ;

2° On a remplacé les cinq échantillons lysolés par des bois traités à l'acide fluorhydrique ;

3° Pour voir comment ces bois laissés deux ans dans la galerie se comporteraient en plein air et comment agiraient les antiseptiques sur des bois exposés brusquement aux intempéries, on a sectionné par le milieu les six cubes du bois le plus altérable, le peuplier, traités par les carbolineums, le goudron, le microsol, l'antinonnine ainsi que le cube témoin ; on a laissé une moitié dans la galerie et exposé l'autre pendant un an (14 novembre 1905-14 novembre 1906) dans le pourrissoir (fumier) du jardin de l'École forestière.

Examinés et pesés en février 1907, les bois de chêne, pin d'Alep (voir pl. VI [n° 12] à comparer avec le n° 29 de la pl. IV), hêtre, peuplier, sapin, immergés soit dans les *carbolineums*, soit dans le *goudron*, sont retirés dans un parfait état de conservation.

Les demi-cubes de peuplier qui ont été exposés en plein air (pourrissoir du jardin) pendant un an sont restés indemnes, sauf le demi-cube goudronné. Celui-ci, intact sur les cinq faces goudronnées, est déjà très fortement altéré sur la face non goudronnée quoiqu'elle ne soit restée qu'un an à l'air. Le goudron n'a fait que revêtir le bois sans l'imprégner.

Le *microsol* mérite les mêmes éloges que les *carbolineums* ; tous les bois d'épreuve sont restés aussi sains qu'au moment de la mise en place. Ce qui prouve bien que la solution a pénétré jusqu'au cœur⁽¹⁾, c'est que la section médiane du peuplier laissé un an dans le fumier est demeurée intacte, préservée de la pourriture par l'action antiseptique du microsol infiltré, tandis que le demi-cube témoin de peuplier du pourrissoir n'est plus représenté, après cette année de grand air, que par quelques fragments arrivés au dernier degré de décomposition. Les planches III et IV représentent les sections médianes du sapin (n° 6), du pin d'Alep (n° 8) microsolés qui, on le voit, sont absolument intactes et, à côté, les sections médianes visiblement altérées des échantillons témoins.

Antinonnine. — Tous les bois sont en excellent état ; seule-

1. On peut s'en assurer directement en versant quelques gouttes d'ammoniaque sur le centre de la section médiane du cube de peuplier ; on voit apparaître la teinte bleue du sulfate de cuivre.

ment, le demi-cube de peuplier laissé pendant un an au pourrissoir de l'École (voir n° 3 *bis*, pl. IX) est déjà très altéré sur toutes ses faces, surtout sur la section médiane, tandis que l'autre moitié du cube restée trois ans dans la galerie ne présente aucune trace de décomposition.

Il semble donc qu'à l'inverse du microsol, l'antinonnine ne puisse être employée à l'extérieur.

Mais elle a certainement une action préservatrice sur les bois qui ne sont pas lavés par les pluies ; pour s'en convaincre, il n'y a qu'à comparer le peuplier et le sapin témoins, qui sont fortement décomposés, avec ces mêmes bois traités à l'antinonnine.

Acide fluorhydrique. — Un plateau de chêne traité à l'acide fluorhydrique est resté intact ; un plateau identique témoin a présenté un aubier décomposé par places.

Un autre morceau de chêne en forme de secteur, immergé dans l'acide, est resté indemne pendant ces trois ans ; l'aubier même n'a été nullement atteint. Un secteur identique témoin montre l'aubier et le duramen complètement désorganisés.

D'après ces faits, comme l'antinonnine, l'acide fluorhydrique serait un préservatif pour les bois à l'abri, et n'aurait aucune efficacité à l'air libre.

Témoins. — Le chêne est absolument sain.

Le pin d'Alep (voir la pl. IV) est altéré sur tout son pourtour et même dans son duramen.

La face inférieure du cube de hêtre est seule altérée ; une lame épaisse de mycélium la couvre sur le tiers de sa surface et il est visible que ce mycélium décompose le bois ; l'ongle s'enfonce facilement en ces points, tandis qu'ailleurs le bois a sa dureté normale.

Le peuplier est presque entièrement décomposé ; le cube s'est émietté en cinq ou six fragments ; de nombreux mycéles parcourent la masse ligneuse dont la consistance est devenue celle de l'amadou ; le bois n'a plus aucune résistance.

Le sapin est très fortement altéré sur les arêtes dont deux ont disparu, comme le montre la planche III qui représente la section médiane du cube témoin ; le bois du cœur est aussi en train de se décomposer ; il n'a plus sa teinte ni sa dureté primitives.

Perte en matière organique

Les augmentations de poids des échantillons traités par les carbolineums et le goudron concordent à peu près avec celles de la série C ; l'état de conservation du bois ne laisse rien à désirer.

Série D

ESSENCES	CARBOLINEUM AVENARIUS				CARBOLINEUM marque Lion				GOUDRON			
	N°	Avant	Après	Dif- férence	N°	Avant	Après	Dif- férence	N°	Avant	Après	Dif- férence
		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.		Gr.	Gr.	Gr.
Chêne.	11	1 125	1 290	g. 165	14	1 205	1 310	g. 105	18	1 040	1 130	g. 90
Pin d'Alep.	12	1 055	1 180	g. 125	16	1 015	1 285	g. 270	17	715	755	g. 40
Hêtre.	15	2 300	2 810	g. 510	18	2 145	2 930	g. 785	23	2 130	2 600	g. 470
Peuplier.	10	1 380	1 740	g. 360	20	1 340	1 685	g. 345	24	1 350	1 350	g. 0
Sapin.	13	1 405	1 470	g. 65	21	1 455	1 625	g. 170	25	1 350	1 430	g. 80
		7 265		1 225		7 160		1 675		6 585		680

ESSENCES	MICROSOL				ANTINONNINE				TÉMOINS			
	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence	Numéros	POIDS		Différence
		Avant	Après			Avant	Après			Avant	Après	
Chêne.	9	Gr. 855	Gr. 805	g. 40	4	Gr. 1 175	Gr. 1 020	p. 155	24	Gr. 775	Gr. 700	p. 75
Pin d'Alep.	3	855	780	p. 15	2	1 215	1 225	p. 10	29	1 220	845	p. 375
Hêtre.	5	2 205	2 185	p. 20	2	2 440	2 170	p. 270	27	2 160	1 635	p. 525
Peuplier.	7	1 250	1 320	g. 70	3	1 090	980	p. 110	17	1 455	950	p. 505
Sapin.	6	1 330	1 325	p. 5	5	1 235	1 290	g. 55	16	1 280	900	p. 380

Les résultats de la série D sont très analogues à ceux de la série C⁽¹⁾.

Les bois traités par les *carbolineums*, le *goudron*, le *microsol* se sont fort bien maintenus, ainsi que ceux qui ont été plongés dans la solution d'*antinonnine*.

L'*antinonnine* n'a cependant pas la même valeur antiseptique que le *microsol*, comme le prouve la constatation suivante. Les trois cubes de hêtre (témoin, avec *antinonnine*, avec *microsol*) de la série C ont été pesés dans des conditions identiques. Le cube témoin, qui paraît sain à l'extérieur, avec surface lisse,

1. Les échantillons les plus démonstratifs des quatre séries A, B, C, D ont été soumis à l'examen des membres de la Société des sciences pendant les deux séances où il a été rendu compte des recherches qui font l'objet de ce travail.

sans fissure, est très léger, sonne le creux et montre à l'intérieur un bois complètement échauffé, parsemé de fentes où se voient de nombreuses plaques d'un mycélium blanc. Son bois, *devenu absolument inutilisable*, n'a plus que la densité 0,396, presque moitié de la densité primitive. Le cube traité à l'antinonnine et d'apparence saine a une densité de 0,538; enfin, le cube traité au microsol, parfaitement sain, avec sa coloration normale, accuse une densité de 0,707; c'est la densité normale du hêtre.

Le microsol a donc empêché toute évolution de champignon dans ce milieu pourtant si favorable; l'influence germicide de l'antinonnine a été moins énergique; la perte de poids le prouve.

L'*acide fluorhydrique* a eu, comme l'antinonnine, une certaine efficacité.

Ces deux derniers antiseptiques, de nulle valeur en plein air, se comportent mieux vis-à-vis des bois abrités contre les intempéries, tandis que le *lysol* n'a aucun effet antiseptique sur les bois, dans quelques conditions qu'ils soient placés.

Les demi-cubes de peuplier carbolinés ou microsolés qui sont restés un an dans le pourrissoir du jardin de l'École, après avoir séjourné deux ans dans la galerie, en ont été retirés intacts; mais ceux qui avaient été immergés dans l'antinonnine ou le goudron étaient déjà très fortement altérés.

Antigerminé. — 250 grammes de cette mixture d'un beau vert-pré ont été délayés dans 300 grammes d'eau et on a agité le mélange dans 12 litres d'eau chaude.

Neuf échantillons y ont été plongés pendant un jour (trois cubes de chêne, trois cubes de hêtre, trois cubes de sapin) puis placés dans la galerie 4 bis où ils sont restés trois ans côte à côte avec sept échantillons témoins provenant des mêmes billes.

Les seize fragments mis en expérience ont été examinés le 26 mars 1907.

Les bois de *chêne*, traités ou non, sont indemnes, sauf le n° 6, échantillon témoin. Celui-ci était le seul qui renfermât de l'aubier, lequel est assez fortement altéré.

Les trois cubes de *hêtre* immergés dans l'antigerminé sont tous très altérés; l'un, qui pesait sec 617 grammes, ne pèse plus, après une dessiccation insuffisante de deux jours dans une chambre chauffée, que 400 grammes, et dans les fentes circulent des arborisations de mycéliums.

Les cubes témoins n'ont perdu guère plus de poids que les échantillons traités.

Sur le bois de *sapin*, l'antigermine a exercé une plus heureuse influence que sur le hêtre. Les trois cubes de sapin traités ont gardé à peu près leur poids primitif, tandis que les deux cubes témoins sont très altérés. Ils ont perdu presque la moitié de leur substance⁽¹⁾.

D'après cette expérience, unique il est vrai, l'antigermine, employée à la dose de 2 ‰, la plus concentrée de celles qui sont indiquées dans les instructions de la société, a donné de mauvais résultats sur le hêtre, quoique cet antiseptique, qui s'est placé au premier rang dans les expériences de M. WESENBERG (rapportées plus haut), ait été injecté, non par simple badigeonnage, mais par une immersion prolongée pendant vingt-quatre heures. Cet ingrédient est peut-être excellent contre les levures et les bactéries; mais il n'a pas empêché les filaments mycéliens de se développer vigoureusement dans le bois de hêtre.

Résumé de la seconde partie

1° Les augmentations de poids des cinq espèces de bois immergés dans les deux carbolineums et pesés après trois ans d'exposition à la pluie ou de séjour à sec dans les galeries sont à peu près les mêmes. Ceci prouve que ces mixtures sont très difficilement solubles, ce qui est une grande qualité;

2° Parmi les échantillons témoins, le sapin⁽²⁾ est le plus altéré après le peuplier, tandis qu'en plein air c'est lui qui s'est le mieux conservé. Dans l'atmosphère des galeries, le peuplier ne s'est pas mieux gardé qu'à l'extérieur; le cœur de chêne est indemne; ces deux essences se sont donc comportées comme dans les expériences faites à Commintry (mines de houille)^[3] où le chêne occupe le premier rang pour la durée et le peuplier le der-

1. Trois échantillons témoins (hêtre et sapin) placés sur une planche champignonnée étaient tellement enveloppés et pénétrés par le mycélium qu'en les soulevant on enlevait en même temps la planche sur laquelle ils reposaient. Il a fallu un réel effort pour les détacher.

2. A la mine de Ludres, le sapin vert, qui a toute sa résine, dure quarante mois; le sapin sec, comme celui de nos essais, ne dure pas un an.

3. Citées par M. MATHET, *loc. cit.*, p. 78.

nier. C'est le hêtre qui est l'avant-dernier à Commentry où le sapin n'a pas été essayé. Dans nos essais, il s'est montré aussi fort altéré ;

3° Les cubes des cinq espèces de bois plongés pendant vingt-quatre heures :

- soit dans le *Carbolineum Avenarius* ;
- soit dans le carbolineum, marque du Lion ;
- soit dans le goudron de l'usine à gaz ;
- soit dans le microsol,

ont été retirés intacts après cette période de trois ans.

Ces quatre antiseptiques ont été également efficaces dans les deux milieux si différents où les bois étaient placés. Mais il est bien certain (d'après ce qui a été dit plus haut, relativement à l'échantillon de pin d'Alep et au demi-cube de peuplier goudronné mis un an au pourrissoir) que le goudron est le moins sûr des quatre. Qu'il se produise une solution de continuité dans le revêtement de goudron, le bois sous-jacent est livré sans défense aux agents de destruction. La lutte pour la première place se circonscrit donc entre les carbolineums et le microsol ;

4° Pour l'antinonnine et l'acide fluorhydrique, leur pouvoir antiseptique est très différent suivant qu'il s'agit de bois soumis à l'atmosphère humide et chaude des galeries de mines ou de bois exposés aux intempéries. Dans ce dernier cas, leur effet est nul ; ils ont eu au contraire une action favorable sur la conservation des bois à l'abri, l'antinonnine surtout, bien qu'elle ne puisse lutter cependant avec les carbolineums ou le microsol. Le sapin traité à l'antinonnine est aussi net qu'au début de l'expérience ; ceci est d'autant plus significatif que le sapin témoin est très altéré.

L'acide fluorhydrique a empêché aussi l'aubier des plateaux de chêne de se décomposer. Plusieurs plateaux de chêne avec tout l'aubier ont été mis en expérience, les uns tels quels, les autres après immersion de vingt-quatre heures dans l'acide. Au bout de trois ans, l'aubier de ces derniers est resté en bon état ; celui des chênes témoins est entièrement décomposé ;

5° Enfin le *lysol* s'est montré aussi détestable à l'intérieur qu'à l'extérieur ; c'est un produit à rejeter pour les bois, quel que soit le milieu auquel on les destine.

Résultat technique à Ludres

A la mine de Ludres les bois de peuplier, sapin, hêtre, au bout de trois ans (même bien avant ce délai), doivent être remplacés⁽¹⁾. S'ils étaient passés au carbolineum ou au microsols dans les conditions des essais précédents, ils seraient, après trois ans, aussi solides, aussi résistants qu'au jour de leur mise en place. L'aubier de chêne pourrait être employé au même titre que le cœur.

Au point de vue pécuniaire il reste à déterminer si les frais d'imprégnation ne sont pas largement compensés par la durée considérablement prolongée des étais de mine et surtout par l'économie de main-d'œuvre. Avec les bois bruts, tels qu'on les emploie, il faut, dans les galeries maîtresses où le boisement doit être très solide et doit être maintenu pendant de longues années, une surveillance et des réfections constantes qui gênent la circulation et finissent par coûter fort cher. On réduirait au minimum ces frais et ces ennuis en employant des bois imprégnés comme les nôtres. L'installation serait très peu coûteuse; il suffirait d'acheter l'antiseptique et un récipient, une cuve en bois.

Carbolineums ou microsols ?

Auquel des deux groupes d'antiseptiques (*carbolineums* ou *microsols*)[²], sortis victorieux du concours établi dans les conditions déterminées ci-dessus, doit-on donner la préférence? On ne peut répondre ici par *oui* ou par *non*.

Plusieurs considérations sont à envisager; d'abord celle du prix de revient. L'immersion dans les carbolineums (ou le badigeonnage) coûte-t-elle plus que l'immersion dans les solutions de microsols, soit à 1,5 ‰, soit à 2 ‰, soit à 4 ‰? C'est à chacun à

1. A la mine de Ludres on n'emploie ni peuplier, ni hêtre, bois beaucoup trop altérables; mais on utilise les résineux en forte proportion. D'après les dires de M. Romestan, le chef mineur, le sapin (et par ce terme on entend tous les résineux) dure trente-six à quarante mois, s'il est employé frais, et moins d'un an s'il est sec. Nous avons vu aussi que le sapin sec placé dans les galeries était bien plus altéré au bout de trois ans que celui qui était resté exposé aux intempéries.

2. Répétons encore une fois que nous sommes bien loin de prétendre qu'il n'existe pas d'autres antiseptiques dignes de confiance; il en est sans doute d'aussi bons, peut-être même de meilleurs: on conçoit qu'il ne puisse être question ici que de ceux qui ont été essayés.

faire ce calcul. Si la solution de microsol à 2 % possède des qualités antiseptiques suffisantes on pourra l'employer en réduisant ainsi de moitié les frais d'achat.

On doit tenir compte aussi de la commodité dans l'emploi. Les personnes qui se servent des carbolineums leur reconnaissent divers inconvénients qui n'ont pas grande importance quand il s'agit de bois en plein air (clôtures, hangars, etc.), mais qui font obstacle à leur utilisation à l'intérieur des habitations.

1° Les bois enduits de carbolineum gardent longtemps une odeur persistante que certains trouvent désagréable et qui, peut-être, se communique aux denrées (fruits et autres produits alimentaires) placées dans les caves et les greniers.

2° Les ouvriers salissent beaucoup leurs mains et leurs vêtements et doivent prendre des précautions pour protéger leurs yeux, la peau de leur visage⁽¹⁾ contre les irritations, les inflammations provoquées par les émanations du carbolineum, surtout si on l'emploie à chaud et dans des espaces fermés.

3° Enfin on ne peut appliquer de peinture sur les bois badigeonnés au carbolineum; ce produit, même après un long temps de séchage⁽²⁾, diffuse à travers la peinture et le plâtre; les teintes primitives sont altérées; on voit de longues flammes brunes qui gâtent tout à fait l'aspect cherché.

Mais pour garantir les plinthes et les boiseries contre les attaques des champignons (*Merulius lacrymans*, *Polyporus vaporarius*) il faut seulement badigeonner la face postérieure des plinthes et des boiseries, celle qui est en contact avec le mur, et si l'on prend la précaution de peindre d'abord la face vue et de ne passer au carbolineum la face cachée de la boiserie qu'après que la peinture est sèche, le carbolineum ne diffusera pas à travers la peinture⁽³⁾.

4° On veut quelquefois conserver au bois sa teinte naturelle, ce

1. Mais on peut tremper impunément les mains dans le carbolineum fût-il à une température telle que la main puisse à peine la supporter. Ce produit peut être chauffé au bain-marie jusqu'à la température d'ébullition de l'eau sans qu'on ait à craindre qu'il ne s'enflamme.

2. Une latte badigeonnée au carbolineum depuis vingt ans reçoit une couche de peinture; la teinte brune ressort une fois que la peinture est sèche.

3. Plusieurs essais ont été faits sur des planches de peuplier ou de sapin, de 8 à 27 millimètres d'épaisseur. Après que la peinture de la face vue fut complètement sèche, on badigeonna au carbolineum, même plusieurs fois, la face en contact avec le mur; jamais la teinte brune du carbolineum ne vint altérer la peinture.

qui ne se peut avec le carbolineum, tandis que le microsol (S à teinte vert clair) laisse au bois sa couleur primitive.

Aucun des inconvénients précédents ne se présente avec le microsol essayé en 1903⁽¹⁾. Ce produit n'a pas d'odeur, n'émet pas de vapeurs irritantes; le bois microsolé peut être peint sans qu'on ait à craindre la diffusion de la substance à travers la peinture.

Le microsol semble donc présenter, pour l'emploi dans l'intérieur des habitations, de sérieux avantages sur les carbolineums qui doivent être réservés pour les bois en plein air.

Essais d'infection

Dans les galeries de Ludres les bois antiseptisés se sont trouvés placés dans les conditions habituelles des bois utilisés dans ce milieu spécial et, à ce titre, les résultats obtenus ont une réelle valeur pratique. Mais bien que ce milieu soit éminemment favorable au développement des champignons, on n'était pas certain que chaque cube d'essai serait exposé en même temps aux attaques des mêmes champignons agissant avec la même vigueur; on était même sûr du contraire. Pour pouvoir se faire une opinion bien fondée sur la valeur comparative des divers antiseptiques il n'est rien de mieux que des essais d'infection où chaque antiseptique se trouvera placé, vis-à-vis des principaux champignons destructeurs du bois, dans les mêmes conditions que ses concurrents.

En mai 1906 on a installé dans le sous-sol du laboratoire de l'École forestière, et dans des conditions qui semblaient excellentes, un essai d'infection par le champignon le plus redoutable, le *Merulius lacrymans*.

Huit fragments, préalablement pesés, de bois de sapin provenant des cubes d'essai qui avaient séjourné pendant deux ans et demi dans le jardin de l'École, furent enfermés dans un fragment de poteau télégraphique en sapin, scié en deux moitiés suivant une section longitudinale médiane. Ce poteau télégraphique était envahi à fond par le mэрule dont le mycélium formait des revête-

1. La société *Le Vitralin* (Freitag et C^{ie}) fournit maintenant (1907) des microsols (par exemple : M) qui colorent fortement le bois en rouge brun.

ments d'ouate blanche où perlaient de-ci de-là les gouttelettes caractéristiques.

Au bout de neuf mois, en février 1907, on examina les fragments. Ceux qui avaient été traités au lysol et à l'acide fluorhydrique sont nettement attaqués; ils sont recouverts de plaques mycéliennes adhérentes, sûrement parasites. Sur l'échantillon témoin se trouve une tache de mycélium sous laquelle le tissu est désorganisé; l'ongle y enfonce aisément; la couleur et la friabilité sont aussi de sûrs indices. Le fragment à l'antinonnine est altéré aussi; le bois n'a plus, par endroits, sa dureté normale. Les morceaux imprégnés de carbolineum, de goudron et de microsols sont bien recouverts comme les autres de lames mycéliennes; mais elles ne s'enfoncent pas dans les tissus; on les enlève facilement au doigt et le tissu a gardé partout sa dureté primitive. Le mycélium s'y est répandu comme il se répand sur la terre, sur la pierre, sur le fer, mais il ne s'y alimente pas.

Ces résultats, quoique très incomplets parce que l'expérience n'a pas duré assez longtemps⁽¹⁾, confirment néanmoins les précédents.

Les fragments ont été remis en place pour être examinés dans un an; peut-être alors l'examen microscopique et la perte de substance accusée par la balance donneront-ils des indications plus précises.

1. L'invasion du mycélium était sans doute assez récente ou ne s'est pas prononcée avec vigueur; car les poids retrouvés au bout des neuf mois ont été exactement ceux du début, sauf pour le fragment à l'antinonnine, qui avait perdu 1 gramme. On sait qu'on est loin de réussir toujours dans les essais d'infection; tantôt on n'obtiendra qu'un résultat nul ou médiocre en se plaçant dans les conditions que la science indique comme étant les plus favorables; tantôt on aura de très beaux développements mycéliens sans les avoir cherchés. M. DE TUSSEUR a fait construire dans une tourbière une cabane dans laquelle il entasse les bois champignonnés pour en faire un milieu de culture dont on se sert pour éprouver les antiseptiques. Les compagnies de chemins de fer se servent, pour essayer la résistance de leurs traverses, de pourrissoirs. Celui de Surdon (Orne) est disposé de la manière suivante: « On a creusé dans le sol une fosse de 4^m,50 de longueur sur 3 mètres de largeur et 0^m,50 de profondeur que l'on a remplie de fumier de cheval sur 0^m,30 d'épaisseur. Les bois et traverses à expérimenter sont enfouis dans le fumier, recouvert lui-même d'environ 0^m,25 de terre végétale dans laquelle on fait pousser des plantes arrosées fréquemment afin d'entretenir un état constant d'humidité. Le milieu réalisé par le pourrissoir joue certainement un rôle important, car des témoins en hêtre non préparé, placés dans un grenier très sec en même temps que les morceaux de traverses soumis à l'action du pourrissoir, sont encore en parfait état de conservation; dans ce même grenier des morceaux de hêtre échauffé se sont maintenus sans altération plus accentuée. » (M. MERKLEN, *loc. cit.*)

Dégâts des insectes dans les bois en œuvre

La matière ligneuse, vivante ou morte, sert de pâture non seulement à des végétaux parasites, tels que les champignons, mais encore à certains animaux qui, presque tous, sont des insectes ou des mollusques. Animaux et végétaux parasites sont bien plus abondants sur la matière ligneuse vivante, sur les arbres, dont l'aubier est riche en éléments nutritifs, que sur les bois en œuvre auxquels on retranche d'ordinaire ces couches ligneuses extérieures (aubier ou bois blanc) où s'accumulent les matières plastiques si recherchées par les insectes et les champignons et qui, sous leurs attaques, tombent très vite en pourriture ou en vermoulure. Ils sont plus abondants, plus variés sur les arbres vivants; ce sont en outre, le plus souvent, d'autres espèces. Les champignons, les insectes qui attaquent un chêne ou un sapin ne sont pas ceux que l'on rencontre sur la poutre de chêne ou de sapin de nos habitations.

Dans ce dernier chapitre on va passer en revue les principaux insectes qui se nourrissent aux dépens de nos bois d'œuvre, réduisant en *vermoulure* la matière ligneuse; pour chacun on donnera des notions sommaires sur les *caractères* qui permettent de les reconnaître, sur la *biologie*, sur les *dégâts* qu'ils commettent et sur les *moyens* à employer soit pour les *prévenir*, soit pour les *arrêter*.

Il ne sera pas question des mollusques, dont le plus nuisible est certainement le terrible taret naval (*Teredo navalis*)[¹], parce que ces mollusques perforants ne s'attaquent qu'aux bois plongés dans l'eau de mer, lesquels ne sont point en cause ici. Du reste les antiseptiques essayés ci-dessus seraient de nul effet contre le taret. « Des pieux en sapin créosotés à raison de 323 kilogr. par mètre cube furent battus en février et mars 1902 par 7^m,95 d'eau environ. En juillet 1905 on constata que sur un total de 198 pieux,

1. Le taret naval, qui appartient au groupe des Lamellibranches siphoniens, perce à l'aide des bords très aigus de sa petite coquille les bois les plus durs (carènes des navires, bois des digues, pieux des jetées) et y creuse de longues galeries qu'il revêt d'un enduit calcaire. Ces galeries se multiplient souvent si vite qu'en peu d'années le bois est hors d'usage. On sait que ce mollusque a été la cause de la fameuse inondation de la Hollande au début du dix-huitième siècle et de la destruction rapide de plusieurs vaisseaux.

5 étaient rongés par le taret au point qu'il fallut les renouveler⁽¹⁾. » Le seul moyen de préserver les approvisionnements de bois de marine des attaques du taret et de l'insecte nommé *Lymexylon navale* est de les immerger dans l'eau saumâtre, milieu dans lequel ces animaux ne peuvent vivre. C'est surtout pour se prémunir contre le taret qu'on recouvre de feuilles de cuivre la carène des navires marchands.

Les insectes nuisibles aux bois en œuvre sont peu nombreux. On peut citer, par ordre d'importance, le *capricorne domestique*, les *termites*, les *vrillettes* et, dans une très faible mesure, les *sirex*.

Capricorne domestique (*Hylotrupes bajulus* L.)

Caractères. — Au premier rang des insectes nuisibles au bois en œuvre (charpentes, meubles) on doit placer un longicorne, vulgairement appelé *capricorne domestique*⁽²⁾, mais dont le nom scientifique est *Hylotrupes bajulus* L.

Ce nom générique d'*Hylotrupes*, dérivé du grec, signifie *qui perce le bois* et fait pressentir sa nocuité⁽³⁾.

C'est un Coléoptère tétramère⁽⁴⁾, de la grande famille des Longicornes ou Cerambycides, dont la taille est très variable, oscillant entre 8 et 20 millimètres.

Il a (pl. X, fig. 1) le corselet ou prothorax arrondi, plat, à bord lisse, densément ponctué, revêtu d'un duvet épais, cotonneux et blanchâtre, avec, sur le milieu, une ligne longitudinale lisse et luisante et, de chaque côté de celle-ci un tubercule ou empâtement luisant, presque en demi-lune, d'un noir brillant; les élytres brunes munies de poils cotonneux grisonnants et, très souvent, vers le tiers de leur longueur, de deux mouchetures velues blanchâtres. Les antennes grêles, pubescentes, atteignent à peine la moitié du corps. La femelle est munie d'une tarière; les mâles sont notablement plus petits et plus étroits que les femelles.

La figure 1^a représente la forme caractéristique des palpes

1. H. R. STANFORD, *American Society of civil Engineers*. Vol. XXXI, n° 9.

2. C'est le *Hausbock* des Allemands.

3. Le nom spécifique *bajulus* veut dire en latin *porteur, portefaix*.

4. C'est-à-dire ayant quatre articles à tous les tarses.

labiaux dont le dernier article est de moitié plus long que le précédent, élargi et tronqué à l'extrémité; premier article un peu plus court que le deuxième. C'est un des insectes les plus communs dans toute l'Europe; il existe aussi dans l'Amérique septentrionale.

Mœurs. — L'insecte parfait apparaît en mai et copule en juin. La ponte a lieu en juillet sous l'écorce des résineux morts, si l'insecte vit en forêt; dans les anciennes galeries des larves, s'il vit dans les poutres des maisons. Dans la seconde moitié de juillet les larves qui viennent d'éclore pénètrent profondément dans le bois creusant des galeries irrégulières et ont déjà atteint au mois d'août la moitié de leur dimension. Elles sont blanches, presque cylindriques, faiblement jaunâtres à l'époque de la nymphose qui a lieu, croit-on, après le deuxième hivernage. Adultes, elles ont 20 à 22 millimètres de longueur avec la tête d'un jaunâtre uniforme; elles se font une cellule au milieu de la vermoulure, et c'est là qu'elles se métamorphosent en une nymphe ou pupe, d'un blanc jaunâtre.

Dégâts. — Les larves vivent dans des galeries à section elliptique très aplatie et remplies de bourrelets de vermoulure comme toutes les galeries de longicornes.

Quand elles sont installées dans une poutre de sapin, d'épicéa, de pin, elles y passent toute leur existence; les insectes parfaits eux-mêmes ne sortent le plus souvent pas pour copuler; ils se fécondent dans le bois même comme le font les vrillettes. La femelle pond ses œufs dans le bois et les générations se succèdent ainsi, rongean de plus en plus l'intérieur de la poutre, mais respectant scrupuleusement la surface qui, restant intacte, donne une sécurité trompeuse.

La poutre est entièrement vermoulue et la toiture, par exemple, s'effondre sans qu'on se soit aperçu de rien.

Tous les bois résineux sont sujets aux attaques du capricorne domestique; on les a surtout constatées dans le sapin, l'épicéa et les pins parce que ce sont les essences les plus employées dans les constructions; mais il est probable qu'ils peuvent vivre dans d'autres résineux. On ne signale pas sa présence dans les bois feuillus.

A Nancy récemment, plusieurs maisons ont eu à souffrir de

dégâts importants⁽¹⁾ et je reçois de temps en temps des plaintes et des demandes de conseils de divers points de France.

Cet insecte se trouve aussi en forêt où il s'installe, comme la plupart des longicornes, dans l'aubier des arbres tout à fait dépérissants ou morts et des bois abattus. Il y mène la même vie que la légion d'insectes longicornes lignivores. Ce qui le distingue de ses congénères, ce qui en fait un ennemi très dangereux, c'est *l'aptitude qu'il possède, seul ou à peu près, d'installer ses générations successives dans la même poutre jusqu'à son entière destruction, sans se montrer au dehors.*

Quand il trouve à se loger en forêt dans des maisons construites en bois, cas fréquent en Russie, il y pullule au point de les rendre inhabitables, les poutres étant réduites en une masse spongieuse⁽²⁾.

« *L'Hylotrupes bajulus*, dit PERRIS⁽³⁾, est un des insectes dont nous devons le plus redouter les ravages parce qu'il se présente comme un véritable ennemi domestique. Il pond, en effet, ses œufs dans les bois mis en œuvre, les meubles, les planchers, les charpentes et compromet ainsi la solidité des constructions. Sa larve ne s'arrête que devant le cœur du bois⁽⁴⁾; tout ce qui est aubier est creusé par elle de galeries à section elliptique, dirigées dans le sens des fibres. Lorsqu'elle a vécu en société, ces galeries sont tellement rapprochées qu'il reste à peine entre elles de très minces cloisons. Dans cet état, les pièces de bois extraites d'arbres jeunes et les planches composées presque entièrement d'aubier fléchissent, se rompent ou s'écrasent sous un faible poids et les pièces plus fortes, considérablement ré-

1. En ce moment (mars 1907) on démolit à Nancy les écuries de l'ancien Opéra, sur la place Boffrand. Les poutres, chevrons, solives, planchers (qui sont en bois de sapin) sont perforés de toutes parts, mais surtout dans les couches externes par les galeries du capricorne et des vrillettes. La démolition s'imposait à bref délai au point de vue de la sécurité.

2. Voir *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 1893, p. 102. Dans le gouvernement d'Orel, le canton de Brassowo, qui renferme environ 7 000 hectares de forêts essentiellement formées de pin sylvestre (70 %), possède soixante maisons forestières ou installations industrielles construites en grumes de pins empilés, comme dans les izbas. Les trois quarts des maisons sont fortement endommagées; en dix ou quinze ans elles deviennent inhabitables. Quand la température est suffisamment élevée, on entend, disent les habitants, les insectes manger tout l'hiver.

3. *Histoire des insectes du pin maritime*, Paris, 1863, p. 370.

4. Comme dans les sapins, les épicéas si employés dans les constructions, il n'y a pas de différence nette entre l'aubier et le cœur, les larves, nous l'avons constaté plusieurs fois, rongent toute la poutre, et la figure 1^{re} de la planche X montre qu'elles ne reculent pas non plus devant le cœur du pin.

duites et n'ayant d'autre résistance que celle des couches centrales épargnées par les larves, deviennent incapables de supporter les fardeaux dont on les a chargées et menacent des plus grands dangers.

« Ce qui rend encore plus perfides les ravages de ces larves malfaisantes, c'est qu'un seul trou de sortie est commun à une foule d'insectes parfaits, ainsi que je m'en suis assuré; de sorte qu'une pièce de bois dont la surface est percée à peine de quelques trous et n'inspire pas, dès lors, de grandes inquiétudes, peut être et même est ordinairement tout à fait vermoulue. »

Moyens préventifs et destructifs. — Il existe un moyen bien simple, absolument efficace, de se mettre à l'abri de ces hôtes dangereux. On n'a qu'à badigeonner une fois, et mieux deux fois, tout le poutrage avec un insecticide éprouvé, tel que le carbolineum appliqué à chaud pour plus de sûreté. On peut être certain que le capricorne n'y viendra pas creuser ses galeries.

Qu'on veuille bien examiner la planche X. Les figures 1^b et 1^c représentent les deux extrémités d'un chevron en bois de pin (16/20 d'équarrissage) faisant partie de la toiture d'un hangar construit depuis quinze ans. L'extrémité extérieure, badigeonnée au *Carbolineum Avenarius*, ne porte pas trace de galeries du longicorne lesquelles se voient à l'autre bout du tronçon en B. Elles s'arrêtent juste à la limite d'application de l'enduit, limite très visible sur la figure. Le capricorne a travaillé bien plus activement encore à l'autre extrémité du chevron, près de la panne faîtière; la figure 1^c montre ce qui reste de cette partie qui avait primitivement le même équarrissage que l'extrémité 1^b.

Cet exemple est tout à fait probant.

Si l'on n'a pas pris cette précaution peu coûteuse et qu'on s'aperçoive de l'invasion du longicorne à temps avant qu'il ait diminué d'une façon dangereuse la résistance de la charpente, il est facile d'enrayer ses progrès. Avec un racloir quelconque, on débarrasse la poutre ou le chevron de la mince lame superficielle de bois intact que l'insecte a toujours la précaution de conserver pour travailler à son abri, on fait tomber, en raclant énergiquement, toute la vermoulure tassée dans les galeries et tous les fragments de bois dilacéré jusqu'à ce qu'on arrive au bois à peu près intact. On passe alors deux couches de peinture au carbolineum appliquées à chaud et l'on peut être assuré que toutes les larves

seront détruites et que d'autres ne viendront point plus tard s'installer dans le bois ainsi préparé.

Comme les ravages de cet insecte augmentent certainement de fréquence, il est de plus en plus utile de s'assurer contre eux.

Termite lucifuge (*Termes lucifugus* L.)

Après le capricorne domestique, on peut mettre au second rang, pour les dégâts causés aux bois en œuvre, aux bois des habitations, le *Termite lucifuge*, dont les ravages se limitent heureusement au Sud-Ouest de la France. Cet insecte n'appartient plus à l'ordre des Coléoptères ; il fait partie de celui des Névroptères où l'on distingue les *pseudo névroptères* à métamorphoses incomplètes (termites, libellules, éphémères), et les *Névroptères vrais* à métamorphoses complètes, les insectes passant par les quatre états bien distincts d'œuf, de larve, de nymphe immobile et d'insecte parfait.

Chez les pseudo névroptères dont les termites font partie, il sort de l'œuf un être qui ressemble beaucoup à l'insecte adulte ; il ne lui manque que les ailes et les organes de reproduction : ce n'est pas le cas pour les Névroptères vrais (phrygane, fourmi-lion) où la larve diffère complètement de l'adulte.

Les termites, dont il y a de nombreuses espèces, sont essentiellement des insectes des régions chaudes de l'ancien et du nouveau monde, où ils causent de grands dégâts (*). Deux espèces seulement habitent l'Europe ; la plus importante est le *Termite lucifuge*, indigène dans le sud de la France, mais répandu surtout dans le sud-ouest, où ses ravages de plus en plus fréquents s'étendent dans toute la région marquée par les villes de Bordeaux, La Rochelle, Rochefort, Saintes ; il vient de s'avancer (en 1905) jusque près de Nérac où il a déterminé l'effondrement d'une maison.

C'est seulement en 1797 qu'on découvrit pour la première fois des termites à Rochefort dans un immeuble qui était resté longtemps inhabité et d'où ils se répandirent dans les maisons voisines. En 1829, LATREILLE parle des grands ravages exercés par cet insecte dans les ateliers et magasins de la marine à Rochefort,

1. *Termes utriusque Indiæ calamitas summa*, disait déjà Linné.

Dans cette dernière ville ainsi qu'à Saintes, à La Rochelle, on a vu, dit M. PEREZ, des planchers, des toitures s'effondrer subitement, des maisons en partie détruites qu'il a fallu reconstruire ou abandonner.

Dans une étude qui est en cours de publication ⁽¹⁾, M. Ch. PEREZ, professeur de zoologie à la faculté de Bordeaux, mentionne en cette ville des dégâts tout comparables à ceux des Charentes ⁽²⁾.

Nous avons reçu en 1901 d'un architecte de Bordeaux un fragment d'une plinthe en bois de pin dont la face postérieure, contiguë au mur, était très curieusement rongée par les termites. On voit (pl. X, fig. 4) que les *fourmis blanches*, nom vulgaire sous lequel on désigne les termites, ont attaqué profondément les zones plus tendres et plus nutritives de bois de printemps, respectant scrupuleusement (provisoirement du moins) les zones plus dures de bois d'automne qui se profilent en longues et étroites saillies.

Laissant de côté tout ce qui concerne les mœurs si curieuses des termites ⁽³⁾, nous nous occuperons du point important pour les propriétaires, c'est-à-dire de la façon dont il faut s'y prendre pour prévenir ou arrêter les dégâts des fourmis blanches.

Doit-on adopter la thèse soutenue par certains auteurs et par des journaux plus ou moins bien renseignés ou intéressés dans la question ⁽⁴⁾, thèse d'après laquelle il n'y aurait, en cas d'invasion

1. « Les Termites dans le sud-ouest de la France », dans le *Bulletin de la Société d'études et de vulgarisation de la zoologie agricole*. Bordeaux, Institut de zoologie, 1907.

2. « La Préfecture, la Bourse, le Muséum d'histoire naturelle ont subi leurs atteintes; nombre de maisons particulières sont envahies : rue Mazarin, rue Saint-Charles, rue Jules-Steeg, etc. »

3. Ces mœurs ont été étudiées par nombre de naturalistes (DE QUATREFAGES, BATES, BOBE-MOREAU, etc.), et l'on trouvera dans la plupart des traités d'entomologie, par exemple dans les *Merveilles de la nature*, par BREHM (*Les Insectes*, par J. KÜNCKEL D'HERCULAIS), de bons résumés de l'état de nos connaissances sur ce point. Si l'on veut se renseigner sur les mœurs de notre termite indigène, il faut lire l'intéressante brochure que lui a consacrée M. J. PEREZ, professeur de zoologie à la faculté de Bordeaux, sous le titre : « Le Terme lucifuge » (*Revue des sciences naturelles appliquées*, décembre 1895, ou *Bulletin de la Société nationale d'acclimatation*, février 1896).

4. Tels que le journal métallurgique *l'Usine*, où on lit : « Il y a peu, sinon rien, à faire contre le termite; la raison en est que, si l'animal adulte est tué par le pétrole, l'acide sulfureux ou le sulfure de carbone, la larve et l'œuf n'en sont nullement incommodés. » Ceci est une erreur puisque, comme on vient de le dire, la larve ressemble beaucoup à l'insecte parfait et même est moins résistante que lui. « Aujourd'hui, continue le journal, des Charentes aux Pyrénées et de l'océan Atlantique aux confins du Gers, le termite est très commun et l'on y appréhende beaucoup que ces insectes, venant à pulluler à la suite d'une année plus favorable à leur multiplication, ne constituent

d'une maison par les termites, *qu'à remplacer par du fer les charpentes contaminées?*

Non, cent fois non.

Pour prévenir toute invasion de termites dans une construction neuve, il suffit tout simplement de se servir, pour les parties des charpentes qui sont susceptibles d'être attaquées, de bois imprégnés de créosote ou même badigeonnés convenablement, c'est-à-dire deux fois et à chaud, avec le *Carbolineum Avenarius* et l'on peut être sûr que les termites n'y toucheront pas. La preuve est faite (1).

Dans les vieilles constructions, si l'on s'aperçoit de la présence des termites, il faut chercher à les détruire par des émanations de gaz toxiques au sein des termitières. Ceux qui ont donné les meilleurs résultats sont le chlore, très vanté par A. DE QUATRE-FAGES, l'acide sulfureux, le sulfure de carbone.

Si l'on ne peut arriver ainsi à une destruction complète, on est obligé de recourir, pour empêcher la destruction complète des bois partiellement rongés, mais pouvant encore servir, aux enduits de carbolineum appliqués à la température de 60°. Cette substance est un très énergique insecticide dont le contact ou les émanations tueront ou éloigneront les insectes.

Ce moyen préventif, absolument efficace, est si facile à employer qu'on s'étonne que les architectes ne le prescrivent pas pour toutes les maisons neuves édifiées dans les régions exposées aux ravages des termites.

Vrillettes (*Anobium*, *Lyctus*, *Ptilinus*, etc.)

On englobe sous le nom vulgaire de *Vrillettes* non seulement les vrillettes proprement dites qui constituent la famille des Anobiides (genres principaux : *Anobium*, *Ernobius*, *Ptilinus*), mais encore quelques autres espèces appartenant à des familles voi-

par la suite un fléau sans précédent pour cette région de la France où 95 % des planchers des maisons sont construits en poutres de bois. » Ceci est exact ; le danger existe, mais les architectes, les entrepreneurs, les propriétaires n'ont qu'à prendre les précautions indiquées.

1. Les traverses du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis étaient rongées par les termites presque aussitôt après leur mise en place ; ces insectes n'y touchent plus depuis qu'on se sert de traverses créosotées. Les bois convenablement enduits de *Carbolineum Avenarius* sont également épargnés, s'il faut en croire des attestations venant du Gabon.

sines, par exemple celle des Lyctides avec le *Lyctus canaliculatus* et celle des Apatides avec l'*Apate capucina*, et ressemblant aux vrillettes par leurs caractères morphologiques et leurs mœurs.

Tous ces insectes sont des Coléoptères pentamères de petite taille (2 à 6 millimètres) dont les antennes sont dentées en scie (pl. X, fig. 2) ou même pectinées (pl. X, fig. 3); les cinq articles des tarses sont entiers et peuvent se replier sous le corps comme les antennes; dans cette attitude qu'ils prennent dès qu'un danger les menace, ils ont l'habitude de faire le mort, défiant alors toutes les excitations sans donner signe de vie, ce qui leur a valu le surnom de « boudeur » (BREHM). Une autre habitude des vrillettes est de faire entendre à certains moments des coups secs à intervalles réguliers rappelant le tic-tac d'une montre. L'insecte, rongeur le bois dans sa galerie, produit ce bruit en projetant son corps en avant et frappant le bois avec le front et la partie antérieure du corselet. Ces coups frappés par les mâles et les femelles sont des signaux d'appel destinés à favoriser le rapprochement des sexes⁽¹⁾. La femelle, une fois fécondée, pond dans sa galerie, comme l'*Hylotrupes bajulus*. De ces œufs sortent des larves, courbées et ridées, munies de six pattes courtes et de mandibules courtes aussi, mais larges et robustes, à l'aide desquelles, continuant l'œuvre des parents, elles creusent des galeries parallèles aux fibres ligneuses dans toute l'épaisseur des bois tendres feuillus ou résineux et dans l'aubier des bois à duramen distinct (chênes, châtaigniers, pins, etc.). Les larves ont bien soin de ménager la couche extérieure, précaution que prennent aussi, pour masquer leur présence, les deux ravageurs dont il vient d'être question.

Comme pour tous les insectes qui vivent à l'abri, on n'est pas bien fixé sur la durée des divers stades de leur évolution et il est probable qu'ils chevauchent fréquemment; on trouve en même temps des larves, des nymphes et des insectes parfaits. Les vrillettes qui vivent en forêt sur les bois morts ont probablement une évolution plus régulière que les vrillettes des appartements, où les variations de température sont peu sensibles. Hess indique

1. L'*horloge de la mort*, nom quelquefois donné à ces insectes par les esprits superstitieux, devient, comme on l'a fait observer, l'*horloge de la vie*, grâce aux observations de BECKER; car c'est pour procréer une nouvelle vie que les vrillettes s'appellent en frappant ces coups.

deux ans pour la durée du cycle de l'*Anobium tessellatum* Fabr., dont les larves et les adultes réduisent en vermoulure le bois des arbres secs en forêt (chêne, hêtre, érable, châtaignier, etc.), le perforant dans toutes les directions. Quand les larves ont atteint leur taille, elles se nymphosent dans la vermoulure et de ces nymphes sortent, surtout au printemps ou en été, les insectes parfaits qui copulent et meurent, pour la plupart, dans l'intérieur des meubles, planchers, charpentes, sans apparaître à l'extérieur.

Les principales espèces sont :

La *Vrillette marquetée* (*Anobium tessellatum*), qui atteint les plus grandes dimensions et se distingue par la ponctuation fine qui recouvre tout le corps à l'exception des élytres, remarquables par leur marbrure. C'est, de toutes les espèces, la plus fréquente en forêt sur les arbres feuillus ; comme il vient d'être dit, elle est commune aussi dans les bois en œuvre ;

La *Vrillette opiniâtre* (*Anobium pertinax*), représentée planche X, figure 2 ; elle est noirâtre, plus petite ; les bords et les angles du corselet sont arrondis et marqués d'un creux en losange de chaque côté avec une petite tache de poils jaunes ; élytres profondément ponctuées ;

La *Vrillette domestique* (*Anobium domesticum*) ;

La *Vrillette des tables* (*Anobium striatum*), l'une des plus petites (2 à 3 millimètres) ;

Le *Ptilin pectinicorn* (*Ptilinus pectinicornis*), mesurant à peine 4 millimètres et de forme cylindrique comme les espèces précédentes. La structure de ses antennes permet de le reconnaître aisément ; pectinées chez les femelles, elles deviennent flabellées chez les mâles et forment d'élégants panaches ;

Le *Ptilinus costatus*, représenté planche X, figure 3 ;

Le *Lyctus canaliculatus*, type de la famille des Lyctides, ayant 3 à 4 millimètres, le corps allongé, cylindrique, les élytres marquées de nombreux sillons ⁽¹⁾.

Telles sont les principales espèces réunies sous le nom de vrillettes ⁽²⁾. Toutes creusent des galeries cylindriques, d'abord lon-

1. Cet insecte est extrêmement commun dans les collections de bois de l'Ecole forestière ; il faut procéder à des sulfurages ou à des immersions dans des solutions alcooliques de bichlorure de mercure pour s'en débarrasser.

2. Le *Lymexylon navale* est très nuisible dans les chantiers maritimes où on utilise le chêne ; mais on ne le voit pas dans les constructions.

gitudinales, puis en tous sens, dans l'aubier de tous les bois et surtout dans ceux (chênes) dont l'aubier est riche en matières nutritives (amidon, matières azotées). Quand l'aubier est privé de ces aliments, par des annélations par exemple, il n'est pas attaqué par les vrillettes. Le cœur des bois durs est en général respecté; mais les bois sans duramen, feuillus ou résineux, peuvent être rongés dans toute leur épaisseur, bien que, même chez ces bois, les vrillettes pullulent surtout dans les couches extérieures, beaucoup plus riches en éléments nutritifs facilement assimilables.

C'est pour se garantir des dégâts de tous ces insectes qu'on rejette l'aubier des chênes dans tous leurs emplois comme bois d'œuvre, à moins que l'on n'empêche par des insecticides l'invasion des vrillettes.

Quoique ces insectes aient grand soin, avons-nous dit, de conserver intact un mince feuillet ligneux superficiel, il leur faut bien y creuser de-ci de-là des trous soit pour l'aérage, soit pour la sortie de la vermoulure. Les planchers, les meubles, les poutres en bois blanc ou en sapin sont parfois criblés de ces trous que l'on appelle *trous de vers*; ils indiquent que le bois est vermoulu en dessous plus ou moins profondément.

Si l'on ne détruit pas à temps ces vrillettes, les poutres, planchers, meubles tombent bientôt en poussière.

Remèdes. — Ici encore il est facile d'empêcher les dégâts. On peut agir préventivement en enduisant d'insecticides éprouvés la surface des objets à préserver.

Si les bois sont attaqués, on agit comme il a été dit plus haut pour l'*Hylotrupes bajulus*; on râcle la surface vermoulue et on badigeonne à deux reprises avec des substances à la fois antiseptiques et insecticides, telles que les créosotes, carbolineums, microsols, etc.

S'il s'agit de meubles ou de planchers dont on ne veuille pas altérer la couleur, on plonge les meubles dans une solution alcoolique renfermant 10 % de bichlorure de mercure⁽¹⁾; si on ne peut

1. L'emploi du bichlorure de mercure comme insecticide contre les vrillettes est très ancien. PAULER, dans son *Traité de la conservation des bois*, excellent à l'époque de son apparition (1874), mais bien incomplet aujourd'hui, raconte (p. 167) qu'une personne de qualité de Provence, ne sachant comment faire pour avoir du parquet que les vers ne lui mangeassent pas en peu d'années, ainsi qu'il arrive en ce pays-là (il s'agit évidemment des vrillettes), demanda conseil à un savant académicien français, M. Homberg. Celui-ci

procéder par immersion, on se sert du pinceau et l'on badigeonne avec une des nombreuses mixtures insecticides (essence de térébenthine ou de pétrole, etc.).

Caractères communs aux trois groupes précédents

Tels sont les trois insectes ou groupes d'insectes qui causent aux bois en œuvre des dommages sérieux. On a vu qu'il était bien facile d'employer contre eux soit des moyens préventifs, soit des procédés destructifs efficaces.

Ceux qui se plaignent ne peuvent accuser que leur indifférence.

Contrairement à ce que l'on constate pour les insectes qui attaquent les arbres vivants, on ne peut faire ici intervenir la *fécondité* comme la cause principale de la *nocuité*.

Le capricorne domestique, les vrillettes ne peuvent certes être considérés comme des insectes très féconds et, de plus, leur cycle biologique est long (en moyenne deux ans).

Ce qui fait la grande nocuité des insectes dont il vient d'être question, c'est la réunion des deux caractères suivants *que les trois groupes possèdent au plus haut degré* : 1° l'aptitude, rare chez les insectes, à passer toutes les phases de leur vie à l'obscurité, dans le même milieu, et à s'y féconder sans avoir besoin de paraître à la lumière ; 2° l'instinct qui les porte à travailler toujours à l'abri⁽¹⁾ et, par suite, à respecter la surface des objets dans lesquels ils vivent, ce qui fait que l'homme ne s'aperçoit souvent que trop tard de leur présence.

C'est parce que le dernier insecte dont il reste à dire quelques mots ne jouit pas de cette néfaste propriété de se multiplier dans la même poutre sans apparaître au dehors que ses dégâts sont vraiment insignifiants. Mais comme on l'a vu parfois sortir 'en

lui conseilla de tremper son parquet dans de l'eau où l'on aurait mêlé du sublimé corrosif, ce qui fut fait avec un plein succès. Or ceci se passait en 1705, il y a plus de deux cents ans. A l'inverse de certains remèdes qui, paraît-il, ne guérissent que lorsqu'ils viennent d'être inventés, le sublimé corrosif, quoique vieux de deux siècles, guérit toujours.

1. Cet instinct est, comme on sait, très puissant chez les termites. « Faut-il passer d'un étage à un autre, s'il n'y a pas de montants en bois qui fournissent par leur intérieur le chemin tout tracé, des galeries couvertes, *faites de terre rapportée*, sont construites, et l'on voit, collées aux murailles, *des trainées sinueuses, souvent longues de plusieurs mètres*, qui sont les grandes routes de ces êtres bizarres, *ennemis du jour et de l'air libre*. Quand un édifice est ainsi envahi, sa ruine est prochaine et une saison suffit pour amener la destruction d'une maison » (*Le Termite lucifuge*, par J. PÉREZ.)

assez grand nombre des poutres et des charpentes des maisons neuves, il peut, à la rigueur, être considéré comme un insecte des bois en œuvre.

Sirex (*Sirex gigas*, *S. juvencus*, *S. spectrum*)

Les sirex font partie de l'ordre des Hyménoptères, si important à tous égards.

Les Hyménoptères se divisent en Hyménoptères porte-aiguillons (fourmis, guêpes, abeilles) et en Hyménoptères porte-tarière ou térébrants (Ichneumonides, Cynipides, Tenthredinides, Siricides). Ces derniers n'ont pas d'aiguillon ; la femelle introduit ses œufs dans le milieu qui leur convient à l'aide d'une tarière qui, comme chez les sirex, peut s'enfoncer à travers l'écorce et le bois jusqu'à 8 millimètres.

Les sirex sont des Hyménoptères térébrants à abdomen sessile comme la famille voisine des Tenthredinides.

Les sirex ressemblent à de grandes guêpes⁽¹⁾. Le plus commun est le sirex commun (*Sirex juvencus*), d'un bleu d'acier, avec les ailes jaunes. Le mâle est très différent de la femelle comme taille et coloration, la femelle ayant souvent 22 millimètres (parfois 35) et le mâle seulement la moitié. Du reste il y a dans les individus d'un même sexe de grandes variations de taille, mal expliquées. La larve possède une tête cornée sans yeux, une pointe anale caractéristique et des mandibules tellement fortes que la larve de sirex peut creuser ses galeries dans du plomb.

Les deux autres espèces importantes sont le sirex géant (*Sirex gigas*), d'une taille plus forte, de coloration jaune et noire, et le sirex spectre (*Sirex spectrum*).

Ces trois espèces n'habitent que les résineux. Toutes se rencontrent dans le bois d'épicéa ; le *S. spectrum* se trouve en outre dans le sapin ; quant au *S. juvencus*, son bois de prédilection est celui du pin sylvestre. Le *S. gigas* est plus fréquent dans le sapin, rare dans le pin sylvestre et le mélèze.

Ces guêpes de bois ne vont jamais pondre sur les arbres sains ; elles ne confient leurs œufs qu'aux arbres sur pied malades ou aux arbres abattus. La femelle enfonce rapidement sa tarière à

1. Les Allemands les appellent guêpes de bois (*Holzwespe*).

travers l'écorce et l'aubier et place son œuf parfois à 8 millimètres de profondeur; elle retire sa tarière, l'enfonce à nouveau, pondant un œuf à chaque coup de tarière. La larve creuse dans le bois des galeries dont le diamètre, toujours cylindrique, s'accroît avec sa taille et qu'elle garnit derrière elle de sa vermoulure.

Ces galeries, plus ou moins arquées, ont jusqu'à 20 centimètres de longueur; leur extrémité, plus élargie, aboutit près de l'écorce et sert de chambre de nymphose. L'insecte, à son éclosion, sort en perforant un trou circulaire.

Le vol des guêpes de bois et leur ponte ont lieu de juin à septembre. C'est dans cette période qu'on en voit parfois dans les appartements neufs, sortant des poutres de la charpente.

La vie larvaire est plus ou moins longue et il y a, à cet égard, de grandes différences tenant probablement à la richesse de l'arbre en aliments. En tout cas, il faut au moins deux ans, quelquefois trois ou même quatre, pour que l'insecte achève son évolution.

C'est ainsi que s'explique l'apparition, en assez grand nombre parfois, de ces insectes dans les maisons construites depuis un an ou deux. Le sirex achève dans la poutre du plafond l'évolution commencée en forêt, soit sur l'arbre sur pied *malade*, soit sur l'arbre *très sain* qui vient d'être abattu⁽¹⁾.

Il n'y a pas du tout à se préoccuper de ces apparitions parce qu'*elles ne se renouvelleront pas*. Ces grandes guêpes à longue tarière qu'on voit voltiger dans les appartements sont désormais inoffensives. Leur instinct les porte à ne confier leurs œufs qu'à des arbres *ayant encore* de la sève. *Jamais elles ne pondent sur les poutres d'où elles sortent*.

1. Et c'est pourquoi l'on ne peut approuver les dires de certaines personnes (voir le Rapport de M. CAIZÉ, professeur à la faculté de Rennes, sur l'affaire Bussy-Goux, à Lyon, 1905) qui prétendent que ces trous de vers indiquent *toujours* des bois gâtés, malades, et que ces pièces auraient dû être rebutées en forêt. 1° Ils n'indiquent pas toujours des bois malades puisque les bois sains abattus peuvent recevoir les pontes; 2° on ne peut rebuter ces pièces en forêt puisque les trous faits par l'insecte à sa sortie peuvent ne pas exister encore. Le sirex est souvent transporté à l'état de larve dans les charpentes sans qu'on puisse s'apercevoir de sa présence; elle n'est dévoilée qu'un an ou deux après la construction par ces trous circulaires de 4 à 5 millimètres de diamètre donnant issue à l'insecte parfait.

A l'occasion de la communication de M. Henry, M. MER présente les observations suivantes :

En 1893, j'ai fait connaître un procédé permettant de mettre le bois du tronc d'un arbre à l'abri de l'atteinte des vrillettes. Il consiste à pratiquer une décortication annulaire ou annélation de 10 à 15 centimètres de large sous les premières branches. Cette opération étant effectuée au mois de mai, l'arbre peut être exploité dès le mois de novembre. Tout le bois de la partie du tronc située au-dessous du tronc est devenu ainsi réfractaire à la vermoulure.

Le procédé repose sur les faits que je vais exposer.

En examinant au microscope la poussière de vermoulure provenant d'un bois très amylière : l'aubier du chêne, j'avais reconnu qu'elle était complètement dépouillée d'amidon, alors que les parties voisines, non encore attaquées, en étaient remplies. Cette observation me fit penser que les vrillettes recherchent uniquement l'amidon dans le bois et que si l'on parvenait à faire disparaître cette substance dans le tronc d'un arbre, on arriverait peut-être à le préserver de l'attaque de ces insectes. Or j'avais constaté, au cours d'autres recherches, que l'annélation a pour effet de faire résorber l'amidon dans toute la région infra-annulaire. Voici comment : la glycose, formée par les feuilles sous l'influence de la radiation solaire s'accumule, dans leur parenchyme, à l'état d'amidon de réserve, en plus ou moins grande quantité, suivant le rapport entre l'activité avec laquelle il est produit et celle avec laquelle il est ensuite converti en glycose, forme sous laquelle il progresse dans les tissus conducteurs pour se rendre des branches dans la tige. Parvenu là, il remplit les rayons médullaires, mais ne peut cheminer dans le sens de l'axe de l'organe que par le liber mou. On en a la preuve, dans le fait, qu'au bout d'un certain temps, variable du reste, l'amidon a disparu de la région située au-dessous de l'anneau. Il en a disparu, en partie utilisé par l'assise cambiale, en partie résorbé par la combustion respiratoire. La région infra-annulaire d'un tronc annelé, ne recevant plus l'amidon des feuilles, est donc réduit à la réserve qu'il possédait au moment de l'opération. Cette réserve est résorbée, au courant de l'été, même dans les essences les plus amylières.

Pour m'assurer si mon hypothèse était exacte et si un bois dépourvu d'amidon se trouve à l'abri de l'attaque des vrillettes,

je laissai en contact, pendant trois années (de 1890 à 1893), des billes de chênes de 2 à 3 mètres de longueur, provenant d'arbres écorcés entièrement ou seulement annelés et d'autres billes non opérées, destinées à servir de témoins. Au bout de ce temps, je constatai que l'aubier des premières était resté indemne, tandis que celui des secondes était entièrement vermoulu dans sa partie périphérique.

J'appelle annélation *supérieure*, l'annélation dont je viens de parler, pratiquée sous les premières branches. Elle est indispensable. Mais il est utile d'en effectuer encore une autre au pied de l'arbre. C'est l'annélation *inférieure*. J'ai reconnu que, grâce à elle, la résorption de l'amidon est plus rapide et plus complète, parce qu'on empêche ainsi l'amidon de la souche de parvenir au tronc.

L'une et l'autre décortication s'effectuent très facilement par deux ouvriers. Tandis que l'un, grim pant sur l'échelle, procède à l'annélation supérieure, l'autre enlève un anneau d'écorce au pied de l'arbre, après avoir aidé son camarade à déplacer, transporter et replacer l'échelle. Deux ouvriers exercés peuvent ainsi opérer un gros chêne en vingt minutes. Ce travail est donc peu onéreux, si l'on tient compte des avantages qui en résultent et notamment de la possibilité de se servir, en menuiserie, de l'aubier des bois durs qui sont les plus riches en amidon et par suite les plus vermoulables. Or, dans plusieurs essences, telles que le frêne, l'érable, le hêtre et le noyer, l'aubier forme une proportion importante du tronc.

Voici, à l'appui de ce que je viens de dire, deux rondelles que j'ai détachées ce matin de deux billes de chênes dont j'avais opéré l'un en 1890. Ces billes, ainsi que plusieurs autres, sont restées en contact, dans un grenier de l'École forestière, pendant dix-sept ans. L'une a son aubier externe complètement vermoulu, tandis que l'autre est absolument intacte. L'aubier interne n'a pas été attaqué. Il en était à peu près ainsi dès la troisième année. Il ne semble donc pas que les vrillettes aient beaucoup travaillé depuis cette époque. Et, en effet, en grattant le bois vermoulu et en délayant dans l'eau les débris, on n'y trouve plus de vrillettes. Elles sont mortes ou ont émigré depuis longtemps. Il s'agit d'en rechercher la cause. Si l'on dépose sur cet aubier interne une goutte de teinture d'iode, on constate que la tache, ainsi

formée sur le bois, conserve la coloration de la teinture, ce qui semblerait indiquer que l'amidon a disparu de cette région, comme les vrillettes ont disparu de la région externe. Cependant, à l'examen microscopique, on voit qu'il en subsiste encore passablement. Les rayons gros et petits sont vides, mais un assez grand nombre de cellules ligneuses en renferment encore, de même que celles de la périphérie des gros rayons qui, dans toutes les circonstances où l'amidon se résorbe, sont les dernières à conserver le leur. Il reste donc encore un peu de cette substance dans l'aubier interne, demeuré intact, mais trop peu pour que les vrillettes aient cru devoir l'entamer, afin d'y chercher un aliment qui s'y trouvait par trop disséminé. La plus grande partie de l'amidon que renfermait cette région, après l'abatage de l'arbre, avait été employée à la combustion respiratoire, pendant que les vrillettes étaient occupées à dévorer celui qui se trouvait dans l'aubier externe.

Le procédé de l'annélation est applicable surtout aux essences dures qui sont les plus amylières et qui, pour ce motif, conservent en tout temps de l'amidon dans leurs tissus de réserve, moins cependant en hiver qu'en été. Les bois tendres et les conifères, pauvres en amidon pendant la période de végétation, n'en renferment plus en hiver. Les arbres appartenant à ces essences, qui sont exploités en cette saison (de décembre à mai) sont donc, par ce fait même, à l'abri de la vermoulure, tandis que ceux qui sont abattus de mai à décembre, y sont exposés et doivent être annelés pour en être préservés.

L'annélation, telle que je viens de la décrire, n'est pas la seule opération pouvant produire la résorption de l'amidon des bois. Ce résultat est encore atteint, quoique d'une manière moins générale et moins sûre, par une dessiccation lente. Un fragment de bois assez volumineux pour être préservé d'un desséchement trop rapide, continue à vivre assez longtemps et la combustion respiratoire consomme peu à peu l'amidon qu'il renfermait. A cet égard, il y a de grandes différences suivant les essences. Les bois très amylières mettent plus de temps à résorber la totalité de leur amidon, mais la quantité de cette substance n'est pas seule en cause. Ainsi le chêne perd moins rapidement son amidon que le hêtre. Il en est de même du frêne et surtout du noyer, très vermoulable, comme l'on sait. Le tronc d'un hêtre coupé au début

de l'hiver et gisant sur le sol, a perdu une grande partie de son amidon au mois de juin. J'ai reconnu que les planches et madriers qui séjournent empilés, pendant trois et quatre ans, dans les chantiers de bois, en vue de leur dessiccation, ne renferment généralement plus d'amidon au bout de ce temps. En examinant les bois dans divers ateliers de menuiserie, j'ai constaté que la plupart n'étaient plus amylières. Si donc l'on était certain de n'employer que du bois ayant subi plusieurs années de dessiccation, on pourrait, pour beaucoup d'entre eux, se dispenser de l'annélation. Mais il est loin d'en être toujours ainsi. Parmi les échantillons prélevés chez des menuisiers et dans lesquels l'amidon faisait défaut, j'en ai trouvé d'autres plus ou moins amylières, avec lesquels on fabriquait des meubles qui se trouvaient, par là même, exposés à la vermoulure. J'en ai toujours rencontré dans le noyer, même au bout de deux et trois ans de coupe et bien qu'on ait l'habitude de conserver en grume les billes de cette essence, exposées à la pluie, afin d'y produire, par l'entraînement sur certains points et le dépôt sur d'autres du tanin oxydé, les veines recherchées par la consommation. Le maintien en grume et le séjour à l'extérieur sont cependant des conditions très favorables à la prolongation de la vie et par suite à la résorption de l'amidon. Le noyer doit donc être regardé comme l'une des essences dans lesquelles cette substance disparaît avec le plus de lenteur. C'est précisément en raison de cette grande variation que la vermoulure est attribuée, suivant les régions, à des causes fort diverses, parmi lesquelles domine l'époque d'abatage. Dans plusieurs provinces, l'intervention des phases de la lune et la direction du vent sont regardées comme prépondérantes.

Le procédé de l'annélation se recommande par l'économie de son emploi et la sûreté de ses résultats. L'usage des agents désinfectants dont vient de parler M. Henry, présenterait bien des inconvénients dans les bâtiments. Même restreint aux poutres et aux charpentes, le carbonyl y répandrait longtemps une odeur fort désagréable. Les pièces enduites de cette substance ne supportant pas la peinture ou le cirage, quand il s'agit de parquets, ne pourraient servir à la menuiserie. D'autres corps, parmi lesquels le microsolv se place en première ligne d'après les essais de M. Henry, ne semblent pas présenter ces inconvénients, mais l'imprégnation *complète* des bois par cette solution paraît être

assez onéreuse et il faudrait qu'elle ne fût pas seulement superficielle, pour que, dans les assemblages de bois, les pièces en contact les unes avec les autres, les tenons et les mortaises qu'on taille le plus souvent, en exécutant le travail, fussent préservées.

Plusieurs menuisiers ou entrepreneurs auxquels je conseillais l'emploi de lames de parquet avec aubier provenant de chênes annelés m'ont objecté que cela leur était formellement interdit par le cahier des charges. M'adressant alors à des architectes, je leur demandai s'il ne serait pas possible de modifier ce cahier des charges, dans le cas où l'aubier, réfractaire à la vermoulure, serait reconnu, après essais, ne pas présenter des qualités par trop inférieures à celles du duramen, à d'autres points de vue tels que la dureté, la résistance à l'usure, la coloration, etc. Il me fut répondu qu'on serait dépourvu de moyen de contrôle pour s'assurer si les meubles, les parquets, les pièces de charpente avaient été confectionnés avec du bois provenant d'arbres annelés. Cette objection est très réfutable, car quelques gouttes de teinture d'iode appliquées çà et là sur les bois à éprouver, permettraient de reconnaître s'ils renferment une quantité d'amidon suffisante pour y attirer les insectes. J'ai fait remarquer précédemment que, sur l'une des rondelles produites, les vrillettes n'avaient pas attaqué l'aubier interne, bien que renfermant encore de l'amidon, mais trop peu. D'ailleurs que de fournitures dont on fait couramment emplette sans qu'il soit possible d'en reconnaître immédiatement la qualité ! Sait-on si le beurre qu'on achète n'est pas margariné ? On est obligé de se fier à la bonne foi du vendeur ou, dans le cas contraire, de faire analyser. Il en serait de même pour les bois et la tâche serait bien plus aisée, car il suffit de quelques minutes pour reconnaître, par l'examen microscopique, si un bois est amylofère. D'ailleurs ces précautions deviendraient superflues, quand la pratique se serait généralisée. Dans la confection des parquets, il est toléré une certaine quantité d'aubier pour les parties ajustées. Celles-ci se vermoulent facilement, je l'ai constaté, quand l'aubier est encore amylofère. Il y aurait donc grand intérêt à ce qu'il ne le fût plus.

M. Boppe vient de nous dire que si la présence de l'amidon dans un bois est bien la cause de la vermoulure, le bois de sapin n'étant plus amylofère de décembre à mai, comme je l'ai fait remarquer, ne devrait jamais être atteint de vermoulure, car c'est

surtout en hiver que ces arbres sont exploités. Je répondrai d'abord que le bois de sapin est fort peu attaqué par les vrillettes. Depuis plus de trente ans, je vis dans une région de sapins, je fais exécuter des constructions, des meubles en sapin, j'ai constamment sous les yeux des charpentes, des planchers, des tables, des chaises en sapin, j'en ai même qui se trouvent relégués depuis plusieurs années dans des greniers, des pièces inhabitées, conditions favorables au travail des vrillettes et c'est à peine si de loin en loin je constate la présence de vermoulures. J'ajouterai que, dans les hautes Vosges du moins, ce n'est pas seulement en hiver, mais toute l'année qu'a lieu, depuis longtemps déjà, l'exploitation de ces arbres. C'est même plutôt du printemps à la fin de l'automne que s'effectue cette besogne, d'abord parce que les jours sont plus longs, ensuite parce qu'elle devient impossible, quand la neige est par trop épaisse. Chaque hiver, il y a, pour ce motif, un assez grand nombre de jours de chômage et dans certains hivers, comme celui que nous traversons, où la neige est tombée si abondamment, les bûcherons restent parfois plusieurs mois sans pouvoir se rendre à la coupe. On peut donc dire que c'est, en majeure partie, de l'exploitation faite en d'autres saisons qu'en hiver, que proviennent les bois de sapin livrés au commerce. Par conséquent, on est autorisé à supposer, lorsqu'on y rencontre quelques traces de vermoulure, qu'elles se trouvent dans des bois coupés de mai à décembre et par suite amylières. Il est de croyance répandue parmi les bûcherons de Gérardmer que les sapins exploités en mai sont ceux qui *se piquent* le plus facilement. Or, j'ai reconnu que c'est en avril et mai que les aiguilles de sapin sont le plus remplies d'amidon, non pas tant parce que l'amylogenèse est plus active à cette époque que parce que l'évolution des bourgeons et l'activité cambiale ne commençant guère qu'à la fin de mai, cet amidon formé par les feuilles n'est employé, au premier printemps, qu'à remplir les tissus de réserve qui s'étaient vidés l'automne précédent.

M. Cuif vient de rappeler les expériences d'écorcement de Buffon. Elles n'ont pas été faites en vue de la préservation des bois contre la vermoulure mais dans le but de s'assurer si, conformément à une vague croyance qui s'était transmise, à travers les âges, depuis la période romaine, les bois écorcés quelque temps avant l'abatage ou même seulement annelés au pied (cernés),

ainsi que cela se pratiquait dans quelques pays, acquéraient, par cette opération, certaines qualités. Buffon écorça totalement, c'est-à-dire depuis le bas du tronc jusqu'aux premières branches, quelques chênes qu'il laissa sur pied deux ans, afin de comparer, sous le rapport de la densité, la flexibilité et la résistance à la rupture, de leur bois à celui d'autres chênes maintenus deux ans sous écorce, après abatage, dans un hangar. Il dit avoir constaté que le bois de ces arbres écorcés était plus dense et plus résistant, à volume égal, que celui des témoins et ajoute avoir reconnu les mêmes résultats sur des chênes annelés à 1 mètre de terre, mais sans distinguer la partie du tronc située au-dessus de l'anneau, de celle située au-dessous. Nulle part, dans son Mémoire (le deuxième de ceux relatifs à ses travaux sur les végétaux), il ne décrit une expérience entreprise au point de vue de la vermoulure ; bien plus il n'en cite aucune autre faite avant lui.

Buffon eut le grand mérite d'être un des premiers à recourir à l'expérimentation dans l'étude de la vie végétale, mais il faut reconnaître que, si l'intention était bonne, l'exécution laissait beaucoup à désirer. C'est ainsi qu'il comparait ses bois écorcés depuis deux ans et devenus presque secs, comme il l'indique du reste, à des bois maintenus sous écorce, dans un hangar, pendant le même temps et qui devaient avoir perdu fort peu de leur eau de constitution. Ces bois se trouvant inégalement desséchés n'étaient donc pas comparables : Buffon ne semble pas s'en être aperçu ; ce qui est d'autant plus surprenant que, au cours d'expériences d'un autre ordre poursuivies à la même époque, il avait reconnu qu'un gros chêne protégé par son écorce et gisant sur terre depuis un an, avait perdu fort peu d'eau. Évidemment il ne comprenait pas que l'inégalité de teneur en eau suffisait à fausser les résultats.

Buffon, à la suite de ces expériences, était arrivé à cette conclusion que, par l'écorcement, l'aubier acquérait les qualités du duramen et pouvait servir aux mêmes usages. Il voyait là la possibilité d'accroître, dans une notable mesure, la quantité de bois d'œuvre disponible dans le royaume. Il y a plus ; cette opération rendait, suivant lui, l'aubier supérieur au duramen et améliorait même ce dernier. Or rien de cela n'est exact. L'écorcement accroît la dureté du bois, parce qu'il le dessèche, mais par contre il présente un grave inconvénient que Buffon ne semble pas avoir

remarqué, celui de produire des gerçures nombreuses et parfois profondes qui détériorent beaucoup l'arbre.

Dès que Buffon eut communiqué les résultats de ses expériences à l'Académie des sciences en 1738, Duhamel voulut les vérifier et, chose surprenante et peu explicable, trouva comme lui que le bois écorcé est plus lourd et résiste mieux à la rupture. Pas plus que Buffon, Duhamel ne paraît s'être préoccupé de l'inégale teneur en eau des sujets comparés. Malgré l'autorité des deux savants et le retentissement qu'eurent en Europe leurs expériences, le procédé de l'écorcement ne fut pas consacré par la pratique. De 1788 à 1792, Varenne de Fenille, opérant sur des peupliers et des marronniers, obtint des résultats opposés à ceux qui avaient été signalés par Buffon et Duhamel. Il en fut de même en Allemagne, au commencement du siècle suivant. Le bois des arbres écorcés fut trouvé moins dense et moins résistant que celui des témoins, à degré égal de siccité. J'ai reconnu, de mon côté, que l'aubier écorcé n'acquiert qu'une seule des qualités du duramen, celle d'être, comme lui, réfractaire à la vermoulure. Or de celle-là, Buffon, pas plus qu'aucun de ceux qui, après lui, se sont occupés de la question, ne paraît s'être douté.

GREFFE ANIMALE

CHEZ UN COQ DOMESTIQUE

Par C. BRUNOTTE

Professeur à l'Université de Nancy, École supérieure de pharmacie

Depuis fort longtemps, on sait que la greffe animale est faite avec succès, et la médecine actuelle emploie couramment le greffage épidermique qui, généralement, réussit très bien.

Il fut un temps où des sortes de greffes spéciales, faites sans aucun souci des précautions antiseptiques, étaient en grande vogue, et fournissaient parfois des phénomènes bizarres, étranges, qui excitaient la curiosité et qui sont relatés dans quelques ouvrages déjà anciens.

Parmi ces greffes intéressantes, il en est une assez spéciale, pratiquée au bon vieux temps et qui se faisait, dit-on, assez facilement chez les volailles.

M. Gadeau de Kerville (¹), dans une note à la Société des sciences naturelles d'Elbeuf en 1896, signale un cas analogue à celui qui nous occupe aujourd'hui (quoique son échantillon soit beaucoup plus petit que le nôtre) et donne à ce sujet des renseignements que je crois bon de rapporter. Il s'agit d'une tête de coq sur laquelle on avait greffé les ergots qui s'y sont développés.

Une des greffes épidermiques que l'on obtient aisément, dit

1. « Note sur les têtes de coqs pourvues d'ergots greffés. » (*Bulletin de la Société des sciences naturelles d'Elbeuf*. Année 1895, publiée en 1896. Allain imprimeur.)

l'auteur ci-dessus désigné, est celle de l'un ou des deux ergots d'un coq, implantés à la place où se trouvait la crête préalablement coupée.

Autrefois, quand on castrait les jeunes coqs, pour en faire des chapons, on avait coutume, pour les distinguer des autres volailles, de sectionner un ou leurs deux ergots et de les insérer dans la plaie résultant de l'excision de la crête, car au moment de l'ablation des testicules, on enlevait aussi cette partie charnue. Si l'animal ne les faisait pas tomber, en se buttant à divers obstacles, l'ergot ou les ergots continuaient à vivre, se greffaient solidement, achevaient leur développement, se contournaient, et, dans le cas où ils étaient deux, offraient l'aspect de cornes de bélier ou de bouc (en petit naturellement).

Depuis que l'on a reconnu, ajoute encore M. de Kerville, que l'engraissement des jeunes coqs se fait aussi bien sans qu'ils soient castrés, on a cessé de pratiquer cette opération et, par suite, on ne greffe plus d'ergots, de telle sorte qu'on ne voit plus de chapons cornus et que, très probablement, ceux que l'on verra désormais auront été obtenus, soit pour une expérience scientifique, soit à titre de curiosité.

A vrai dire, il est rare en effet de rencontrer actuellement des coqs cornus, et dans toute la Lorraine, aujourd'hui, on aurait peine à trouver des individus du genre *Gallus*, affublés de cet appendice spécial, sauf en une ferme des environs de Vic-sur-Seille.

Cependant, il s'en est trouvé un, il y a quelques années, que j'ai eu l'heureuse chance de voir et que je tiens, à titre de curiosité, à présenter à la Société des sciences.

Il nous paraît être un vieux souvenir du Moyen Age et il a eu une histoire assez mouvementée, poursuivie qu'il était par les enfants (cet âge est sans pitié !) qui l'avaient baptisé de nombreux noms ironiques.

Je dois cet échantillon assez rare à mon préparateur M. R. Engel, qui a eu l'obligeance de me le rapporter d'Einvillie où on le connut pendant près de sept années.

Ainsi qu'on pourra s'en rendre compte par les photographies jointes à cette note, et qui représentent, sous divers aspects, la tête du coq à peu près grandeur naturelle, les ergots ont atteint ici des dimensions considérables.

Ils ont été greffés, tous deux, très petits à la face supérieure de la tête, tout à fait au sommet, et l'un à côté de l'autre.

L'un B (fig. 1 et 2) qui paraît être le plus grand, s'est accru presque droit, légèrement courbé vers la face inférieure ; l'autre A (fig. 1 et 2), dans son développement, s'est fortement contourné, et si, apparemment, il semble plus court que son voisin, il n'y a en effet qu'apparence. Ils atteignent tous deux 12 centimètres et demi de long.

L'un A est presque entièrement cylindrique et a 3 centimètres et demi de circonférence, l'autre B atteint 4 centimètres de tour et est un peu aplati dans son tiers terminal.

Un des ergots A se termine brusquement par une surface convexe, il a dû être cassé à l'extrémité ; l'autre B se termine normalement en une pointe émoussée.

Ce sont là deux beaux exemples d'une greffe animale qui a été faite par un propriétaire habile de Bezange-la-Grande, qui m'a donné entre autres les renseignements suivants reçus de M. Poiriel, agriculteur : « Cette opération est très difficile, et il arrive souvent que les poulets ne survivent pas. En ce moment (mars 1907), quatre poulets à ergot greffé sont en bonne santé, seulement deux n'ont qu'un ergot, le deuxième étant tombé ; cet ergot a 3 centimètres à peu près et la greffe date du mois d'octobre dernier. Il faut avoir soin, dès les premiers jours de l'opération, de surveiller les coqs qui ont subi l'opération de façon à ce qu'ils ne se heurtent pas à des corps durs et à ce qu'ils ne fassent pas tomber l'ergot peu solide sur la tête pendant quelques jours. »

Tels sont les renseignements que j'ai pu recueillir et qu'il m'a paru intéressant de rapporter, en présentant cette pièce curieuse, réduite malheureusement à un squelette osseux un peu détérioré. Malgré cette détérioration due à un séjour assez prolongé de la tête du coq dans un fumier où on l'avait jetée, on peut constater aussi que malgré la destruction des tissus charnus et épidermiques, les bourgeons osseux inférieurs des « cornes » sont bien visibles et très développés.

Ils montrent en outre par les dimensions de leurs bases qu'ils ont été parfaitement soudés aux tissus érectiles de la crête qu'ils ont remplacés, aux dépens desquels ils se sont développés et où ils se sont nourris et accrus.

Cette substitution d'organes érectiles en organes osseux et

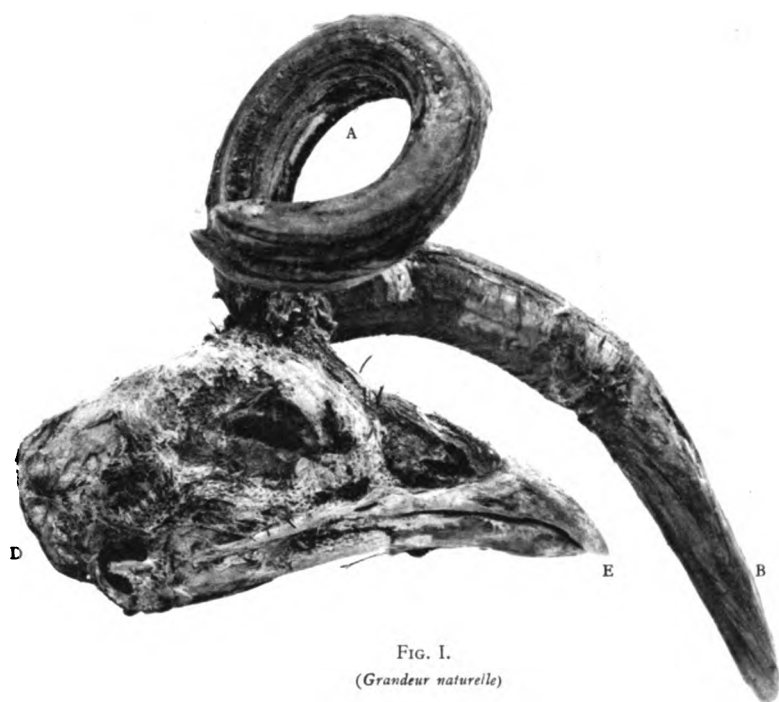


FIG. I.
(Grandeur naturelle)

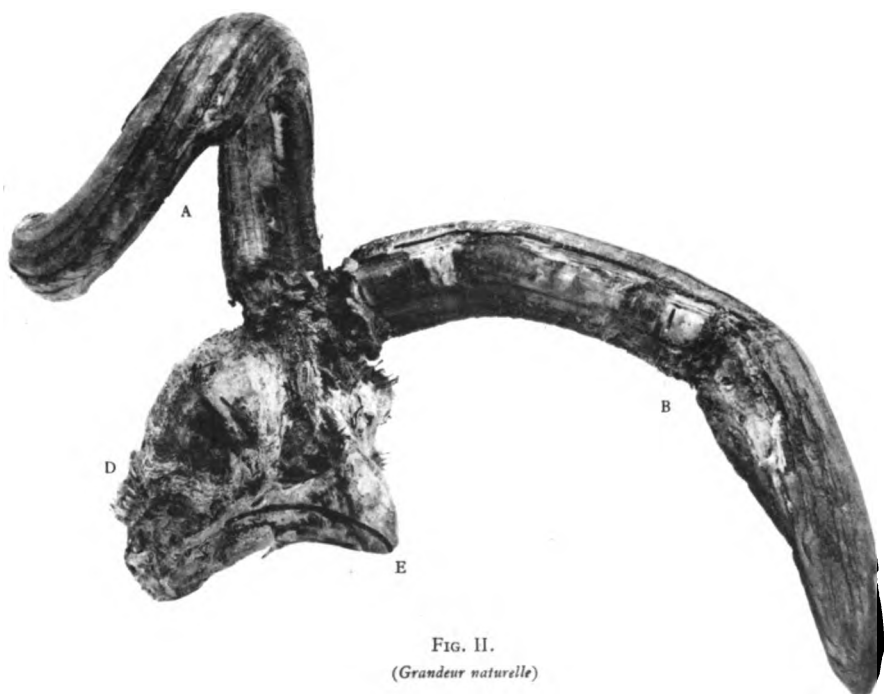


FIG. II.
(Grandeur naturelle)

durs ne manque pas, au point de vue tératologique et histologique, d'un vif intérêt ⁽¹⁾.

Des cas curieux de ce genre doivent toujours être signalés, ils viennent s'ajouter aux autres observations faites antérieurement et sont un appoint de plus à l'histoire déjà si complète des greffes animales.

(Communication faite à la séance du 15 mars 1907.)

Explication de la planche

Les deux figures représentent des photographies, grandeur naturelle, de la tête du coq, prises sous deux aspects différents.

FIG. 1. — Photographie prise de côté :

E extrémité pointue externe du bec;

D région occipitale de la tête;

A ergot greffé et contourné;

B ergot plus droit et paraissant le plus long.

FIG. 2. — Photographie prise de face, la région du bec étant placée plus en avant, de trois quarts presque.

Mêmes désignations des lettres que dans la figure précédente.

1. L'original ira prendre place au Musée d'histoire naturelle de la ville et de l'Université de Nancy, à côté d'une autre pièce tératologique du même genre.

SUR DEUX NOUVEAUX HYBRIDES

ET QUELQUES NOUVELLES

CONTRIBUTIONS A LA FLORE LORRAINE

Par M. PETITMENGIN

× *Iberis Bretonii* Petitmengin (*Iberis amara* × *Violletii*)

Intermédiaire entre les parents ; plante élevée (25-30 centimètres), *fleurs blanches* lavées de violet, semblables à celles de l'*Iberis amara*, *feuilles très nombreuses, rapprochées, charnues* (coriaces sur le sec), *étalées, entières*, si ce n'est quelques feuilles du sommet des rameaux qui présentent une ou deux dents, très écartées et peu profondes.

La plante croît à Saint-Mihiel (Meuse), en compagnie des parents et pêle-mêle avec eux. Elle m'a été envoyée par mon ami M. Breton, le si distingué et érudit botaniste meusien, à qui je suis heureux de la dédier.

Je rappellerai à propos de l'*Iberis Violletii* S. W. qu'il existe, dans la Meuse une variété très curieuse, et qui mérite d'être distinguée par sa remarquable fixité de caractères, à tiges beaucoup plus élevées, simples ou à peine rameuses, à fleurs plus grandes et qui a un aspect tout différent du type ; c'est à cette variété que M. Breton, qui l'a discernée le premier, a donné le nom d'*Iberis Doisyi* Breton.

Les hybrides de genres n'étant pas très fréquents, surtout dans la famille des Composées, j'ai cru bon de signaler le suivant à l'attention des botanistes.

Il est des genres où ils s'observent plus fréquemment (*Cratægus* $\times$ *Mespilus*; *Amygdalus* $\times$ *Persica*; *Orchis* $\times$ *Aceras*; *Orchis* $\times$ *Gymnadenia*; *Orchis* $\times$ *Nigritella*; *Festuca* $\times$ *Lolium*, etc., et de nombreux hybrides de genres exotiques); mais, pour les Synanthérées, le cas est beaucoup plus rare.

$\times$ **Crepis Garnieri Petitmengin** (*Crepis præmorsa* $\times$ *Hieracium murorum*).

Fleurs en grappe corymbiforme, à rameaux très étalés (comme dans *Hieracium murorum*), une fois et demie plus grandes que celles du *Crepis præmorsa*; feuilles toutes radicales, en rosette, atténuées en un assez long pétiole, très franchement sinuées, dentées (comme dans *Hieracium*).

Toutefois, la plante a les périclines absolument semblables à ceux du *Crepis præmorsa* et, comme lui, est totalement dépourvue des poils noirs, glanduleux, qui sont si abondants sur les calathides du *Hieracium murorum*.

Les achènes sont souvent mal conformés, allongés, cylindriques, jaunâtres, striés longitudinalement.

L'unique échantillon que j'ai observé poussait pêle-mêle au milieu des parents, sur les talus ombragés et humides de la nouvelle route qui conduit de Maxéville à la ferme Saint-Jacques. Sa grappe à rameaux étalés, divariqués, ses feuilles profondément sinuées-dentées, le faisaient prendre de loin pour le *Hieracium murorum*, mais la forme de ses calathides et la disposition de ses bractées involucrelles étant nettement celles du *Crepis præmorsa*, il y avait manifestement là un hybride.

Je suis heureux de la dédier à mon ami Jules Garnier, chef de travaux à l'université de Nancy, qui herborise dans nos environs avec tant de zèle depuis plusieurs années déjà.

A la suite de ces deux diagnoses, j'indiquerai quelques localités et plantes nouvelles, récemment observées en Lorraine.

Je dois à mon ami, M. Joigny, instituteur à Bonnefontaine, des indications précieuses que je joins aux miennes.

Calepina Corvini Desv. : moissons de la ferme Saint-Jacques, à Nancy (1907).

Dianthus superbus L. : commun aux environs de Rozelieures (Henry).

Silene pendula L. : moissons de la ferme Saint-Jacques (deux échantillons seulement), originaire de l'Europe orientale.

Stellaria nemorum L. : Bulgnéville (Joigny).

Vicia pisiformis L. : bois entre Ludres et Vandœuvre; assez fréquent (été 1907) [Lay-Saint-Christophe].

Vicia villosa Roth. : moissons à Pouxieux (Joigny).

Rosa psilophila Rau : haies à Ludres.

Rosa cuspidata M. B. : haies à Ludres.

Meum mutellina Gærtn. : cette espèce des Alpes, indiquée aussi dans le Massif Central (Auvergne), fut retrouvée par Spenner au Feldberg et par Gmélin au Belchen, dans la Forêt-Noire. Son existence dans les Vosges avait été très contestée et Kirschléger, dans sa *Flore d'Alsace*, I, p. 325, en dit :

« C'est à tort que MM. Zeyher, Koch et Döll indiquent cette plante dans les Vosges (Ballon et vallée de Saint-Amarin) ».

Or, dans une lettre datée du 9 décembre 1906, M. Bonati, de Conflans, m'écrivait :

« La même année (1868, date où notre ami avait rencontré pour la première fois le *Potentilla aurea*), j'ai trouvé le *Meum mutellina* Gærtn. au Ballon. Cette plante y est déjà indiquée par les anciens; je ne l'y ai pas revue depuis et n'ai pas conservé l'unique échantillon récolté. Je n'affirme donc pas absolument son existence dans les Vosges, mais j'espère la retrouver. »

La recherche de cet élément boréal alpin dans nos Vosges s'impose donc, car, retrouvé par notre érudit collègue et ami, il doit être revu; je recommanderai donc tout spécialement sa recherche aux botanistes, dans la vallée de Saint-Amarin et au ballon de Soultz, versant sud. Nul doute qu'on ne l'y rencontre à nouveau.

Asperula arvensis L. : décombres sous Vandœuvre (Godfrin).

Asperula galioides M. B. : Neufschâteau 1905 (Joigny).

Cette plante mérite qu'on s'y arrête quelque peu; j'extrais de la lettre de M. Joigny le passage suivant :

« Cette espèce nouvelle⁽¹⁾, je crois, pour la Lorraine, est assez

1. M. Breton l'a trouvée à Foug. près de Toul, il y a quelques années; on l'y rencontre toujours.

abondante sur un talus de la route stratégique, presque à l'endroit où celle-ci rejoint la route de Neufchâteau à Liffol. Trouvée en septembre 1905, je l'y ai revue cette année (1907); elle semble complètement naturalisée. »

Cirsium anglicum D. C. : Aneuménil, près Arches ; Liffol-le-Grand, sur le calcaire jurassique (Joigny).

Lysimachia quadrifolia L. : cette belle espèce, originaire de l'Amérique du Nord, forme des touffes très florifères à la limite des moissons et des prairies, derrière la caserne Blandan, à Nancy. Elle paraît tout à fait naturalisée là et s'y propage.

Mimulus propinquus Dougl. : c'est par erreur⁽¹⁾ que j'avais indiqué M. Méline comme l'ayant découvert au Tholy; la priorité de cette découverte revient à M. Joigny (Méline et Joigny *in litt.*).

× **Lamium holsaticum** (*L. albo* × *maculatum*) auct. Austr.
Ludres, entre la gare et le village, parmi les parents.

Utricularia minor L. : Xertigny, étang des Aulnouses (Joigny).

***Alisma natans** L. : dans la Moselle, à Saint-Nabord (Vosges) [Joigny]; « n'a plus été retrouvée à Neufchâteau, malgré d'actives recherches » (Joigny *in litt.*).

Cyperus fuscus L. : Bulgnéville (Joigny).

***Carex cyperoides** L. : Xertigny, étang des Aulnouses (Joigny).

***Carex pseudo-cyperus** L. : étang de Bulgnéville (Joigny).

Carex filiformis L. : Aneuménil, près Arches (Joigny).

Nardurus Lachenalii Godron : Arches, Pouxieux (Joigny).

***Pilularia globulifera** L. : étang de Bulgnéville (Joigny).

(1) *Bull. Soc. Sc. Nancy*, série III, tome VII, fascicule III (1906), p. 213.

ÉTUDE
DES
PLANTES VASCULAIRES RÉCOLTÉES EN GRÈCE
(1904)

Par R. MAIRE et PETITMENGIN

INTRODUCTION

Ce fascicule contient l'énumération raisonnée des plantes vasculaires récoltées en Grèce en 1904, au cours du premier voyage effectué par M. R. MAIRE en Orient. Les récoltes ont été faites principalement dans les massifs montagneux de la Phocide (monts Parnasse [2 459 mètres] et Ghiona, Γκιώνα [2 512 mètres]) au mois d'août, puis dans le Péloponèse au mois d'octobre, au cours d'excursions consacrées plus spécialement à l'étude des champignons.

Les plantes ont été classées d'après l'ouvrage le plus complet et le plus récent sur la flore de Grèce, le *Conspectus Floræ Græcæ* d'E. DE HALÁCSY, dans lequel le lecteur trouvera la bibliographie complète de la flore grecque jusqu'en 1904. Nous nous contenterons donc de donner ici la liste des publications parues sur la flore grecque depuis 1904.

- 1904. J. DÖRFLER, Bericht über eine botanische Forschungsreise durch Kreta, *Öst. Bot. Zeitschr.*, 1904, p. 457.
- 1904. E. DE HALÁCSY, Novitäten aus der griechischen Flora, *Verh. d. K. K. zool. bot. Ges. Wien*, 1904, p. 483.
- 1904. BEHRENDSEN, Zwei neue Alectorolophus-Formen, *Allgem. Bot. Zeitschr.*, X, p. 25.
- 1905. J. DÖRFLER, Mitteilungen aus der Flora Kretas, *Verh. d. K. K. zool. bot. Ges. Wien*, 1905, p. 17.
- 1905. E. DE HALÁCSY, Ueber die Entdeckung von *Solenanthus Tournefortii* D. C. in Europa, *Magyar Botanikai Lapok*, 1905, p. 259.
- 1906. E. DE HALÁCSY, Aufzählung der von Herrn Prof. Dr L. ADAMO-VITCH im Jahre 1905 auf der Balkanhalbinsel gesammelten Pflanzen, *Österr. Bot. Zeitschr.*, 1906, nos 5 et 6.

Nous employons, pour désigner les zones ou régions déterminées sur les flancs des montagnes par les changements de végétation, le nom d'étages, qui à notre avis présente l'avantage de ne prêter à aucune confusion. Les auteurs ont en effet employé les mots *zone* et *région* dans des sens très différents⁽¹⁾. Le mot *étage* n'est employé qu'en géologie dans un sens tout différent et en botanique forestière dans un sens bien spécial (étage dominant, étage dominé). Ce mot ne paraît donc présenter aucune amphibologie. On peut, comme l'a proposé M. FLAHAULT, employer le mot *horizon* pour désigner les subdivisions des étages.

Dans les montagnes du Parnasse et du Ghiona, nous distinguons les étages suivants : étage méditerranéen (en moyenne de 0 à 1 000 mètres); étage silvatique (en moyenne de 1 000 à 1 800 mètres); étage subalpin (en moyenne de 1 800 à 2 200-2 300 mètres); étage alpin (au-dessus de 2 200-2 300 mètres).

L'étage méditerranéen comprend un horizon inférieur ou des plaines et collines et un horizon supérieur ou montagneux : le premier caractérisé par les maquis à *Pistacia lentiscus*, les phrygana à *Poterium spinosum*; le second par les forêts de *Quercus pubescens* ou *conferta*, les pseudo-maquis de *Quercus coccifera*, *Phillyrea*, *Juniperus Oxycedrus*, les phrygana de *Genista acanthothamnus*.

L'étage silvatique est essentiellement caractérisé par les forêts de sapins (*Abies cephalonica*) et la disparition de la culture de la vigne. Son horizon inférieur présente encore de nombreux éléments méditerranéens (*Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*), tandis que son horizon supérieur montre déjà de nombreuses espèces subalpines (*Daphne oleoides*, *Marrubium velutinum*, *Astragalus*, etc.).

L'étage subalpin est caractérisé par les broussailles basses de *Daphne oleoides*, *Juniperus communis* var. *hemisphærica*, *Prunus prostrata*, *Rhamnus prunifolia*, *Astragalus rumelicus*, etc.

L'étage alpin ne présente plus guère que des pâturages rocaillieux formés de touffes plus ou moins distantes de *Festuca varia*, entremêlées de plantes en coussinet (*Alsine parnassica*, *Astragalus angustifolius*, *Acantholimon Echinus*, etc.).

1. Cf. FLAHAULT, « Projet de nomenclature phytogéographique » (*Actes du Congrès international de botanique de Paris, 1900*).

Les indications telles que 12/8, 6/8, qui suivent chaque mention de localité, se rapportent à la date de récolte. Les numéros sont ceux de la collection amassée en Grèce et en Asie Mineure en 1904, dont les étiquettes portent le titre suivant : « R. MAIRE, *Mission botanique en Orient*, 1904. » De nombreuses espèces ont été distribuées à divers herbiers avec ces étiquettes numérotées. La collection à peu près complète, pour les plantes vasculaires, est déposée dans l'herbier de la faculté des sciences de l'université de Nancy.

Les indications sans numéro de récolte se rapportent aux plantes notées sur place, mais non recueillies.

Nous donnons pour chaque plante l'indication de sa description, dans le *Conspectus Floræ Græcæ* de HALÁCSY, au moyen de l'abréviation suivante : Hal. Consp. suivie d'un chiffre romain désignant le volume (I, II ou III) et d'un chiffre arabe se rapportant à la page.

Nous sommes heureux de témoigner ici notre reconnaissance à M. E. DE HALÁCSY, qui a bien voulu mettre sa longue expérience et sa documentation immense à notre disposition, en revisant nos récoltes, rectifiant un certain nombre de déterminations et nous donnant son avis sur les espèces critiques. Nous ne saurions oublier MM. ARVET-TOUVET, BUSER et CHABERT, qui ont bien voulu nous faire profiter de leur expérience de monographes pour l'étude des *Hieracium*, *Alchemilla*, *Euphrasia*, et enfin MM. BARBEY et BEAUVERD, à la bienveillance desquels nous devons d'avoir pu comparer plusieurs de nos récoltes avec les types de BOISSIER.

Conventions orthographiques pour la transcription des noms grecs

Les noms grecs de localités sont transcrits en général en caractères romains lorsqu'ils sont cités dans des travaux botaniques ou géographiques publiés en français, en anglais, en allemand ou en italien. Ces transcriptions plus ou moins phonétiques sont très variables, ce qui n'aurait pas d'inconvénient si chaque auteur indiquait ses conventions de transcription. C'est pourquoi nous donnons ci-dessous un tableau des conventions que nous adopterons dans le cours de ce fascicule et des fascicules suivants, pour la transcription des mots grecs.

Tableau des conventions orthographiques

Lettres grecques	Lettres romaines employées pour la transcription	Observations
α	a	
β, β	v	
γ	g	Prononcé <i>i</i> consonne (comme <i>y</i> dans yatagan), devant <i>e, y, i, ai</i> ; prononcé γ (son spécial n'existant pas en français) devant <i>a, o, ou</i> .
δ	dh	Prononcé à peu près comme <i>th</i> anglais doux, sauf après <i>v</i> où il se prononce comme <i>d</i> français.
ε	e	
ζ	z	
η	i	
θ	th	Prononcé comme <i>th</i> anglais dur, sauf après un son <i>f</i> ou <i>s</i> (ελεῦθερος, ασθενής), où il se prononce comme <i>t</i> .
ι	i	
κ	k	
λ	l	
μ	m	
ν	n	
ξ	x	
ο	o	
ρ	r	
σ, σ	s	
τ	t	
υ	y	
φ	ph	
χ	kh	Prononcé devant <i>a, o, ou</i> à peu près comme le <i>j</i> espagnol ou le <i>ch</i> allemand dans Bach, devant <i>e, ai, i, y</i> , comme <i>ch</i> allemand dans ich.
ψ	ps	
ω	o	
γγ	ng	Prononcé <i>ng</i> , même devant <i>e, y, i, ai</i> .
γχ initial	qh	Prononcé <i>g</i> dur français, comme dans gare.
γγ	nkh	
γγ	nx	
γχ médian	ngh	Prononcé <i>n + g</i> dur français devant <i>a, e, i, o, ou, y, ai</i> .
αι	i	
αι	ai	Prononcé comme <i>ai</i> en français dans aimer.
οι	i	
υι	y	Exemple : 'Αγία, Agya.
ευ	ef ou ev	Suivant la consonne qui vient après, <i>ev</i> devant toutes les voyelles.
αυ	av ou af	Même remarque que pour <i>ev</i> et <i>ef</i> .
ου	ou	
μπ initial	b	
μπ médian	mb ou b	Suivant la prononciation; exemple : Καλαμπάκα = Kalabaka, Τέμπη = Tembi.
ντ initial	d	Prononcé comme <i>d</i> français.
ντ médian	nd ou d	Suivant la prononciation, cf. μπ.

Les esprits et l'accent tonique ne seront pas transcrits. Pour les mots classiques devenus français et connus de tous, tels que Péloponèse, Athènes, Béotie, Thessalie, nous les emploierons tels quels sans nous préoccuper de leur orthographe ni de leur prononciation grecques.

Enfin, pour les noms écrits en caractères grecs, nous supprimerons les esprits, qui n'ont plus aucune signification aujourd'hui, tout en gardant les accents toniques aigu, grave et périspomène. Exemples : Ζαγορά, Δάρια, γυναῖκα, etc.

Énumération des espèces récoltées

Ranunculus oreophilus M. B., Hal. Consp. I, 21.

Ghiona, rochers calcaires humides de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platyolithos, 1 400-1 500 mètres, 11/8, n° 300.

Var. **villifrons** Hal.; Hal. Consp. I, 21.

Ghiona, creux à neige sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 351. — Ghiona, creux à neige sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 1082 (forma indumento parciore ad var. **Sartorianum** Boiss. et Heldr. [pro sp.] vergente).

Ranunculus demissus D. C. var. **hellenicus** Hal. Consp. I, 22.

Ghiona, creux à neige, rochers calcaires alpins, vers 2 300-2 400 mètres, 12/8, n° 370.

Ranunculus brevifolius Ten., Hal. Consp. I, 14.

Ghiona, éboulis calcaires sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 100 mètres, 12/8, n° 323. N'était pas encore indiqué dans le massif du Ghiona.

Helleborus odorus Kit. subsp. **cyclophyllus** (A. Br.) Hal., Maire et Petitmengin comb. nov., Hal. Consp. I, 29.

Ghiona, forêts de sapins sur les schistes, au-dessus de Sykia, 1 500 mètres, n° 1026.

Aquilegia Amaliæ Heldr., Hal. Consp. I, 30.

Ghiona, rochers calcaires humides exposés au nord-est dans les gorges au-dessus de Segditsa, près de la fontaine de Platyolithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 308 (en fruits).

Les descriptions de Heldreich, Boissier et Halácsy ne parlent pas des fruits, la plante n'ayant été jusqu'alors récoltée qu'en fleurs; voici la description des fruits, d'après les exemplaires ci-

dessus : *Folliculis apice extrorsum curvulis, stylo persistenti auctis, pubescentibus*, $1\frac{1}{4}$ - $1\frac{3}{4}$ cm longis; *seminibus levibus, nigris, oblongo-linearibus triquetris, basi attenuatis*.

Delphinium junceum D. C., Hal. Consp. I, 32.

Parnasse, champs sur les schistes et les calcaires, à Arakhova, 900 mètres, 3/8, n° 3.

Papaver Rhæas L. var. *oblongatum* Boiss., Hal. Consp. I, 38.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 100 mètres, 6/8, n° 1024.

Arabis bryoides Boiss., Hal. Consp. I, 54.

Ghiona, rochers calcaires subalpins et alpins, 1 800-2 500 mètres, 12/8, n° 329.

Arabis caucasica Willd., Hal. Consp. I, 54.

Ghiona, creux à neige, rocailles calcaires, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 344.

Cardamine hirsuta L., Hal. Consp. I, 56.

Var. *unicaulis* Schulz! Mon. Cardamine, in Engl. Bot. Jahrb, XXXII, p. 471 (1903).

Habitu foliisque, imprimis radicalibus sæpe integris C. resedifoliam simulat; sed radice annua, seminibus ellipticis, luteis, brunneo-marginatis nec alatis ad C. hirsutam accedit.

Ghiona, rochers calcaires humides, près de la fontaine de Platylithos, 1 400 mètres, nos 263 et 362.

OBSERVATION. — Notre plante est absolument conforme aux spécimens de l'herbier Boissier déterminés par SCHULZ.

Erysimum cuspidatum M. B., Hal. Consp. I, 68.

Ghiona, sur les schistes, près des bergeries de Karvouni, 1 900 mètres, 11/8, n° 275. Non encore indiqué dans le massif du Ghiona.

Sisymbrium orientale L. var. *macroloma* Pomel, Hal. Consp. I, 69.

Phocide, décombres à Delphes, 3/8, n° 37.

Wilckia bicolor (Boiss. et Heldr.) Hal. var. *veluchensis* (Boiss. et Heldr.), Hal. Consp. I, 76.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 11/8, nos 245 et 364.

Aubrietia intermedia Heldr. et Orph., Hal. Consp. I, 84.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1 800-2 000 mètres 6/8, n° 103.

Alyssum saxatile L., Hal. Consp. I, 90.

Phocide : Delphes, rochers calcaires, 500-800 mètres, 3/8, n° 43.

Roripa silvestris (L.) Bess., Hal. Consp. I, 103.

Parnasse, fossés et lieux inondés l'hiver, au Livadhi, 6/8, n° 1085.

Thlapsi perfoliatum L., Hal. Consp. I, 109.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 100 mètres, 12/8, n° 322.

Æthionema græcum Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 110.

Laconie, rochers calcaires, dans la Langada de Trypi, 500 mètres, 24/10, n° 874.

Var. **glaucescens** Hal. et de Heldr., Hal. Consp. I, 111.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, rocailles calcaires, vers 2 150 mètres, 12/8, n° 315.

Lepidium graminifolium L., Hal. Consp. I, 114.

Phocide, très abondant dans les ruines de Delphes, 3/8, n° 36.

Capsella bursa-pastoris (L.) Moench. var. **rubella** (Reut.), Hal. Consp. I, 115.

Parnasse, rocailles calcaires, près des bergeries dites Στρούγγα τοῦ Αλζάρου et Στρούγγα τοῦ Γερωντοδράχου, 2 000-2 200 mètres, 6/8, n° 62.

Cistus parviflorus Lamk., Hal. Consp. I, 128.

Attique, rocailles calcaires, près de Marousi, 200-300 mètres, 31/10, n° 906.

Cistus incanus L. var. **villosus** L. (pro sp.), Hal. Consp. I, 127.

Phocide, broussailles sur les schistes, près du monastère d'Agios-Ilias, entre Amphissa et Delphes, 300-450 mètres, 14/8, n° 269.

Fumana thymifolia L. var. **viridis** Bald., Hal. Consp. I, 136.

Phocide, roches Phœdriades, près Delphes, 600 mètres, calcaire, 3/8, n° 197.

× *Viola permixta* Jord., Obs. fragm. 7, p. 6. — *V. hirta* × *odorata* auct. plur.

Taggète (ORPHANIDIS, 1868). Nous avons trouvé plusieurs beaux spécimens de cet hybride, fixé dans l'herbier Orphanidis au musée d'Athènes. Ces spécimens étaient restés indéterminés, et le *V. permixta* n'avait pas encore été indiqué en Grèce.

Heliosperma pudibundum Hoffmannsegg in Rchb., Hal. Consp. I, 152.

Ghiona, rochers calcaires humides des gorges de l'étage silvatique, au lieu dit Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 307 et 226.

Silene auriculata S. et Sm., Hal. Consp. I, 157.

Ghiona, rochers calcaires dans les gorges de l'étage silvatique, au lieu dit Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 357.

Ibidem, rochers calcaires alpins, 2 200 mètres, 12/8, n° 247.

Silene cæsia Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 158.

Ghiona, éboulis et graviers calcaires de 600 à 2 000 mètres, 11/8, n° 290.

Silene venosa (Gilib.) Ascherson var. *megalosperma* (Sart.), Hal. Consp. I, 160.

Silene inflata var. *microphylla* Boiss.

Ghiona, creux à neige, rochers calcaires, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 346.

Silene saxifraga L. var. *parnassica* (Boiss. et Spr.), Hal. Consp. I, 169.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, creux de rochers et « katavothra » de la vallée fermée dite Μακρή Λάκκα (Makri-Lakka), 2 050 mètres; calcaire, 12/8, n° 327.

Ibidem, creux à neige sur le cône terminal, calcaire, 2 300 mètres, 12/8, n° 1051.

Silene radicata Boiss., Hal. Consp. I, 179.

Parnasse, pelouses rocailleuses des étages subalpin et silvatique supérieur, 1 800 mètres, 6/8, n° 142.

Silene congesta S. et Sm., Hal. Consp. I, 185.

= *S. delphica* Boiss.

Phocide, rochers calcaires, parmi les ruines de Delphes, 500-600 mètres, 3/8, n° 34.

Drypis spinosa L., Hal. Consp. I, 186.

Ghiona, graviers calcaires au bord du torrent, dans les gorges au-dessus de Segditsa, 600-800 mètres, 11/10, n° 1048. C'est la station la plus basse où cette plante ait été rencontrée : elle descend à cette altitude à la faveur de la fraîcheur des gorges où ses graines sont charriées par les eaux.

Parnasse, éboulis et graviers calcaires de 2 250-2 450 mètres, 6/8, n° 58.

Tunica armerioides Ser., Hal. Consp. I, 194.

Phocide, rochers calcaires à Delphes, 3/8, n° 41.

Dianthus ventricosus Heldr., Hal. Consp. I, 204.

= *D. hæmatocalyx* var. *alpinus* Boiss. = *D. Sibthorpianus* Vierh.

Parnasse, rocailles subalpines et alpines, 1 900-2 400 mètres, 6/8, n° 52.

Dianthus Samaritanii Heldr., Hal. Consp. I, 213.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique supérieur et subalpin, 6/8, n° 81.

Cerastium tomentosum L., Hal. Consp. I, 220.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 100-2 200 mètres, 6/8, n° 158.

Cerastium lanigerum Clem. var. *decalvans* Schloss. et Wuk., Hal. Consp. I, 221.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines et alpines, 1 800-2 400 mètres, 6/8, n° 1131.

Arenaria græca Boiss., Hal. Consp. I, 232.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 400-1 900 mètres, 11/8, n° 285.

Alsine stellata Clarke, Hal. Consp. I, 238.

= *A. lanceolata* S. et S. = *A. parnassica* Boiss.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines et alpines, 2 000-2 450 mètres, 6/8, n° 53.

Alsine verna L., Hal. Consp. I, 240.

Parnasse, dans les touffes d'*Astragalus*, de 1 400 à 1 800 mètres, 6/8, n° 164.

Var. **Gerardi** (Willd.) M. et K., Hal. Consp. I, 241.

Ghiona, rocaïlles calcaïres, près du sommet, 2 500 mètres, 12/8, n° 340.

Sagina procumbens L., Hal. Consp. I, 246.

Ghiona, bords des ruisselets sur les schistes, près des bergeries de Karvouni, 1 900 mètres, 11/8, n° 276.

Gossypium herbaceum L., Hal. Consp., 262.

Béotie : Levadhia (Livadie), cultivé en grand dans les terrains asséchés du lac Kopaïs, 2/8, n° 9.

Malva ambigua Guss., Hal. Consp. I, 271.

Phocide, champs et rocaïlles calcaïres, entre Delphes et Arakhova, 700-800 mètres, 3/8, n° 14 (*forma microphylla*). N'était encore connue que dans l'île d'Ios, une des Cyclades.

Hypericum Apollinis Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 277.

Parnasse, rocaïlles calcaïres, près de l'Antre Corycien (Saran-davli), 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 153.

Hypericum crispum L., Hal. Consp. I, 283.

Phocide, sur les calcaïres et les schistes, entre Delphes et Arakhova, 500-1 000 mètres, 3/8, n° 6.

Hypericum empetrifolium Willd., Hal. Consp. I, 284.

Attique, rocaïlles calcaïres, entre Marousi et le monastère de Mendéli, 31/10, n° 910.

Acer creticum L., Hal. Consp. I, 288.

Laconie, rochers schisteux du Taygète, entre Anogia et Boliana, 200-1 000 mètres, 21/10, n° 869.

Cet arbuste est nommé dans le Taygète : σφεντάρι ou σφεντάμν.

Acer monspessulanum L., Hal. Consp. I, 287.

Forêts dans la gorge dite Reka, en montant de Segditsa au Ghiona, sur les rochers calcaïres vers 800 mètres, 11/8.

Geranium subcaulescens L'Hérit., Hal. Consp. I, 292.

Parnasse, rocaïlles calcaïres subalpines et alpines, de 1 850 à 2 400 mètres, 6/8, n° 98.

Ghiona, rocaïlles calcaïres subalpines et alpines, de 1 900 à 2 400 mètres, 12/8.

Geranium macrorrhizum L., Hal. Consp. I, 292.

Parnasse, rochers calcaïres des forêts de sapins, 1 700-1 800 mètres, 6/8, n° 106.

Geranium lucidum L., Hal. Consp. I, 300.

Taygète, lieux humides sur les schistes, à Boliana, 800 mètres, 20/10, n° 870.

Erodium chrysanthum L'Hér., Hal. Consp. I, 307.

= *E. absinthoides* S. et Sm. non L'Hér.

Parnasse, pelouses et rocailles calcaires arides près d'Elaphokastro⁽¹⁾, 1 200 mètres, 7/8, n° 191. Déjà indiqué par HELDREICH, sur le Parnasse, « in regione abietina supra Delphos » (in herb. BOISSIER). C'est la station la plus basse connue de cette espèce, qui d'ordinaire est subalpine ou même alpine.

Biebersteinia Orphanidis Boiss., Hal. Consp. I, 308.

L'indication du lieu où a été trouvée cette plante, sur le mont Ziria (Kyllini, Κυλλίνη), est erronée dans HALÁCSY, *l. c.*, et dans BOISSIER, Diagn. sér. II, I, p. 114. Ces deux auteurs indiquent en effet la plante *in vallecule sicca ad meridiem spectante loco* τοῦ ποταμοῦ ο ὄχδος dicto. Ces mots : τοῦ ποταμοῦ ο ὄχδος n'ont aucun sens par eux-mêmes et nous avaient toujours beaucoup intrigué. Ayant eu l'occasion de voir dans l'herbier Boissier de superbes spécimens de *Biebersteinia Orphanidis*, l'étiquette originale d'ORPHANIDIS nous a donné l'explication de cette désignation incompréhensible. ORPHANIDIS nomme le lieu où il a trouvé sa plante τοῦ ποταμοῦ ο ὄχθος; soit « l'escarpement de l'oiseau ». Ces mots sont écrits sur l'étiquette en cursive grecque moderne, peu connue en général des Occidentaux, ce qui explique l'erreur de transcription commise par BOISSIER et, après lui, par HALÁCSY.

Ruta graveolens L. var. *divaricata* Ten., Hal. Consp. I, 311.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 650 mètres, 5/8, n° 375.

Paliurus australis Gærtn., Hal. I, 314.

= *P. aculeatus* Lamk.

1. Ce nom d'Elaphokastro (Ελαφόκαστρο, le château du cerf) désigne, sur la carte française au 200 000^e, les ruines d'une tour en pierres sèches, couronnant un mamelon du premier plateau du Parnasse, qui domine la crête rocheuse de Delphes à Arakhova. La même localité est appelée, par HELDREICH, Lefkokastro (Λευκόκαστρο, le château blanc); enfin, actuellement, les indigènes, probablement sous l'influence des instituteurs, prétendent que ces termes ne sont que des corruptions de Delphokastro (Δελφόκαστρο, le château de Delphes), et tendent à employer ce dernier vocable. Il nous a paru utile d'indiquer ces variantes, qui pourraient déconcerter les botanistes venant pour la première fois au Parnasse, surtout lorsqu'ils sont peu familiarisés avec la langue du pays.

Béotie : broussailles près d'Agios-Vlasios, calcaire, 200-250 mètres, 2/8, n° 7.

Rhamnus rupestris Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 316.

Ghiona, rochers calcaires des gorges de l'étage silvatique, au-dessus de Segditsa, 1 200 mètres, 11/8, n° 286. N'était pas encore signalé dans le massif du Ghiona.

Rhamnus prunifolia Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 318.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, 1 800-2 000 mètres, 11/8, n° 255.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1 800-1 900 mètres, 6/8, n° 88.

Rhamnus oleoides L. var. *obovata* Hal. Consp. I, 320.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 650 mètres, 4/8, n° 45.

Rhamnus Alaternus L., Hal. Consp. I, 321.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 700 mètres, 7/8, n° 192.

Rhus coriaria L., Hal. Consp. I, 322.

Phocide, champs incultes et broussailles sur les schistes, près de Segditsa, 800 mètres, 10/8, n° 277. Vulg. ροῦδι.

Genista acanthoclada D. C., Hal. Consp. I, 329.

Arcadie, sur les schistes dans les montagnes, entre Tripolis et Sparte, 20/10, n° 880.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 600-1 000 mètres, 5/8, n° 1052.

Ononis antiquorum L. var. *glandulifera* Hal. Consp. I, 349.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 100 mètres, 6/8, n° 176.

Medicago falcata L., Hal. Consp. I, 357.

Parnasse, champs et lieux incultes au Livadhi, 6/8, n° 196.

Medicago arborea L., Hal. Consp. I, 357.

Phocide, Delphes, rocailles calcaires vers 600 mètres, parmi les *Quercus coccifera*, 5/8, n° 376.

Trifolium alpestre L. var. *incanum* Ces. in Griseb., Hal. Consp. I, 377.

Ghiona, rocailles calcaires du versant O., vers 1 700 mètres,

11/8, n° 230. Nouveau pour le massif du Ghiona, qui constitue sa station la plus méridionale.

Trifolium pratense L., Hal. Consp. I, 379.

Ghiona, pâturages humides subalpins, au-dessus des bergeries de Karvouni, sur les tufs ophitiques et les schistes, 1 850-1 900 mètres, 11/8, n° 317 (*forma nana alpina*).

Trifolium Parnassi Boiss. et Spr., Hall. Consp. I, 400.

Parnasse, dans les pelouses alpines et subalpines, sur le calcaire, 1 800-2 300 mètres, 6/8, n° 76. Forme le principal élément des pelouses rases qui se développent sur la terre argileuse remplissant les fonds de ravins et les dépressions. Ghiona, pelouses subalpines et alpines, sur les schistes et les calcaires, 1 900-2 300 mètres.

Anthyllis Hermanniae L., Hal. Consp. I, 408.

Phocide, maquis sur les schistes, près du monastère d'Agios-Ilias, 300-400 mètres, 14/8, n° 240.

Lotus corniculatus L., Hal. Consp. I, 420.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 150 mètres, 7/8, n° 195.

Var. *stenodon* Boiss., Hal. Consp. I, 421.

Parnasse, grèves exondées du lac Zouvala, 1 120 mètres, 5/8, n° 161.

Ghiona, pelouses subalpines, surtout sur les schistes et les tufs ophitiques, 1 900-2 000 mètres, 12/8, n° 339.

Parnasse, pelouses subalpines, 1 800 mètres, 6/8, n° 123.

Colutea arborescens L., Hal. Consp. I, 426.

Phocide, maquis sur les schistes, près du monastère d'Agios-Ilias, entre Delphes et Amphissa, 300-450 mètres, 14/8, n° 235.

Astragalus angustifolius Lamk., Hal. Consp. I, 435.

Parnasse, rocailles calcaires de 1 800 à 2 300 mètres, 6/8, n° 51.

Astragalus creticus Lamk. subsp. *rumelicus* (Bunge) Maire comb. nov.

A. rumelicus Bunge, Astrag. 137; Hal. Consp. I, 436.

A. creticus Lamk. var. *rumelicus* Bald., Riv. coll. bot. Alban, 1895, p. 27.

Rocaillies calcaires des zones silvatique supérieure et alpine du Parnasse, 1 600-2 000 mètres, 6/8, n° 159.

OBSERVATIONS. — Les différences entre l'*Ast. creticus* et l'*Ast. rumelicus* ne sont pas suffisantes pour les distinguer spécifiquement; il y a là seulement deux sous-espèces, l'une crétoise, qui constitue le type de l'espèce, ayant été plus anciennement décrite, et l'autre continentale.

Coronilla emeroides Boiss., Hal. Consp. I, 446.

Parnasse, rocailles calcaires de 500 à 1 300 mètres, 5/8, n° 163 et 378.

Amygdalus communis L., Hal. Consp. I, 497.

Doride, broussailles et forêts de la vallée du Morno-Potamos, entre Lefkadhiti et Lidhoriki, 600-800 mètres, 13/8, n° 1096. Cet arbuste présente dans cette vallée toutes les apparences de la spontanéité. Vulg. (α)μυδαλιά.

Prunus prostrata Labill. var. *discolor* Raul., Hal. Consp. I, 499.

Parnasse, rocailles calcaires des zones silvatique supérieure et subalpine, 1 700-1 900 mètres, 6/8, n° 86.

Ghiona, rocailles calcaires, sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 000 mètres, 12/8.

Prunus Mahaleb L., Hal. Consp., 498.

Forêts des montagnes calcaires, entre Lidhoriki et Karoutes, vers 900 mètres, 14/8.

Prunus pseudarmeniaca Heldr. et Sart., Hal. Consp. I, 500.

Parnasse, étage silvatique inférieur, près du lac Zouvala, 1 100 mètres, 5/8, n° 120.

Forêts de sapins du mont Elatos, entre Lidhoriki et Amphissa, principalement dans la plaine fermée désignée sous le nom de Kardhianous Kambous par la carte française au 200 000^e, 1 000-1 500 mètres, 14/8. Vulg. άγρια κουρουμηλιά.

Potentilla pedata Willd., Hal. Consp. I, 509.

Parnasse, dans les touffes d'*Astragalus* et de *Daphne* de l'étage subalpin, 6/8, n° 132.

Ghiona, dans la « katavothra » de Makri-Laka, sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, calcaire, 2 050 mètres, 12/8, n° 328.

Potentilla reptans L., Hal. I, 512.

Doride, rochers schisteux suintants, à Sykia, au pied du Ghiona, 1 200-1 500 mètres, 13/8, n° 234.

Potentilla speciosa Willd., Hal. Consp. I, 513.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800-1 900 mètres, 11/8, n° 334.

Var. *minor* Lehm., Rev. Pot., 141 (1856).

P. poetarum Boiss., Diagn. Fl. Or., III, 3.

Ghiona, rochers calcaires subalpins et alpins, 2 000-2 400 mètres, 12/8, n° 267.

Potentilla apennina Ten. subsp. *kionæa* Maire et Petitmengin comb. nov.; *P. kionæa* Hal. Consp. I, 513.

Ghiona, rochers calcaires alpins, au sommet, où il est très localisé, 2 500-2 512 mètres, 12/8, n° 355.

Cette plante est extrêmement voisine du *P. apennina*, dont elle n'est qu'une sous-espèce géographique à fleurs rouges.

Rosa glutinosa Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 522.

Parnasse, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 800 mètres, 6/8, n° 89.

Rosa canina L. subsp. *dumetorum* Thuill. (pro specie); Hal. Consp. I, 529 (pro specie).

Béotie, sur les schistes, à Arakhova, 900 mètres, 3/8, n° 4.

Alchemilla acutiloba Stev., Hal. Consp. I, 534.

Var. *inæquidens* Buser (*teste* BUSER).

Ghiona, rochers calcaires humides dans les gorges de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 298.

Alchemilla alpina L. subsp. *amphisericea* (Buser) var. *amphiar-gyrea* (Buser) Maire et Petitmengin, comb. nov. = *A. amphiar-gyrea* Buser, in Bull. Herb. Boiss., 1902, p. 623 (*teste* BUSER!).

Ghiona, creux à neige sur le col terminal, dans les fissures de rochers calcaires, 2 300-2 400 mètres, 12/8, n° 325.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, vallée fermée dite Makri-Laka, dans la « katavothra » et dans les fentes des rochers avoisinants, 2 050 mètres, 12/8, n° 439.

N. B. — L'*Alchemilla alpina* L. n'était pas connue en Grèce d'une façon certaine; SIBTHORP et SMITH l'indiquent vaguement en Laconie, où personne ne l'a revue. La plante du Ghiona est la même que celle des Alpes Dinariques (Bosnie et Herzégovine),

qui elle-même n'est qu'une variété de l'*A. amphisericea* Buser, répandue dans les chaînes calcaires des Alpes, du Rhin au Léman, et dans le Jura.

Poterium spinosum L., Hal. I, 537.

Phocide, rocailles calcaires à Khryso, 300-400 mètres, où il forme l'élément principal de l'association des « Phrygana », n° 227. Vulg. αφάνα.

Pirus amygdaliformis Vill., Hal. Consp. I, 539.

Parnasse, étage silvatique inférieur, 1000-1300 mètres, 6/8, n° 151. Vulg. Άγρια αχλαδιά.

Sorbus Aria L. subsp. *græca* Heldr. (pro sp.), var. *umbellata* Desf. (pro sp. *Cratægi*). *S. Aria* L. δ *umbellata* Hal. Consp. I, 541.

Ghiona, gorges de l'étage silvatique au-dessus de Segditsa, sur les rochers calcaires au lieudit Platylithos, 1300-1500 mètres, 11/8, n° 242.

N. B. — Le *S. græca* Heldr. doit être considéré comme une sous-espèce régionale du *S. Aria*, au même titre que l'Alisier de Fontainebleau, *S. latifolia* Pers. et le *S. scandica* Fr. Les variétés *umbellata* et *meridionalis* Guss. (pro sp.) passent l'une à l'autre par une série d'intermédiaires.

Cotoneaster tomentosa Ait., Hal. Consp. I, 543.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 11/8, n° 304.

Cratægus orientalis Pall. var. *flabellata* Boiss., Hal. Consp. I, 545.

Parnasse, étage silvatique inférieur, autour du Livadhi, 1000-1500 mètres, 6/8, n° 189. Vulg. γλοντσιά.

Epilobium lanceolatum Seb. et Maur., Hal. Consp. I, 554 ?

Ghiona, rochers calcaires humides, à Platylithos, 1400 mètres, 12/8, n° 252. Nos spécimens sont à peine fleuris et à demi dévorés, ce qui rend la détermination douteuse.

Epilobium angustifolium L. (excl. var. γ), Hal. Consp. 551 ; *E. spicatum* Lamk.

Ghiona, rochers calcaires humides au-dessus de la fontaine de Platylithos, 1400 mètres, 11/8. La plante était inaccessible, mais parfaitement reconnaissable, étant en pleine floraison ; la

station de *Platylithos* est certainement le point le plus méridional atteint en Grèce par cet *Épilobe*, qui n'était guère connu que dans les montagnes du nord (Olympe et Pélion).

Lythrum flexuosum Lag., Hal. Consp. I, 561.

Béotie, ruisselets sur les schistes, à Arakhova, 800-900 mètres, 3/8, n° 13.

Paronychia chionea Boiss., Hal. Consp. I, 569.

Ghiona, graviers calcaires, vers 2 150 mètres, 12/8, n° 338.

Herniaria incana Lamk., Hal. Consp. I, 572.

Parnasse, pelouses subalpines de 1 800 à 2 300 mètres, 6/8, n° 167.

Herniaria parnassica Heldr. et Sart., Hal. Consp. I, 574.

Parnasse, pelouses subalpines, calcaire, 1 800-2 000 mètres, 6/8, n° 1049, 168 et 79.

Umbilicus erectus D. C.

= *Cotyledon Umbilicus* L., Hal. Consp. I, 576.

Parnasse, rochers calcaires ombragés, près de la « *katavothra* » du Livadhi, 1 100 mètres, 7/8, n° 186.

Sempervivum Reginae-Amalie Heldr. et Guicc., Hal. Consp. I, 580.

Ghiona, rocailles calcaires alpines, vers 2 100-2 500 mètres, 12/8, n° 1133. Cette joubarbe n'avait pas encore été indiquée dans le massif du Ghiona, où elle paraît d'ailleurs fort rare.

Sedum majellense Ten., Hal. Consp. I, 582.

Parnasse, creux des rochers calcaires de 1 800 à 2 300 mètres, 6/8, n° 99.

Sedum album L. subsp. *athoum* (D. C.) Maire et Petitmengin comb. nov.

= *S. album* L. var. *brevifolium* Boiss. = *S. athoum* D. C., Hal. Consp. I, 584.

Parnasse, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 6/8, n° 180.

Sedum Sartorianum Boiss., Hal. Consp. I, 585.

Parnasse, rochers calcaires, 1 850 mètres, 6/8, n° 179.

Sedum anopetalum D. C., Hal. Consp. I, 586.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 271.

Sedum annuum L., Hal. Consp. I, 591.

= *S. annuum* var. *parnassicum* Boiss. et Heldr. = *S. saxatile* D. C.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 2 000 mètres, 12/8, n° 321.

Parnasse, rochers calcaires alpins, vers 2 250 mètres, 6/8, n° 201.

Saxifraga porophylla Bert. subsp. *Frederici-Augusti* (Bias.) Maire et Petitmengin comb. nov. ; Hal. Consp. I, 600 (pro sp.).

Ghiona, rochers calcaires, N. O., 1 700 mètres, au-dessus de Sykia, 13/8, n° 231.

Saxifraga aizoon Jacq., Hal. Consp. I, 597.

Ghiona, rochers calcaires au-dessus de Sykia, N. O., 1 700 mètres, 13/8, n° 232.

Parnasse, rochers calcaires humides exposés au N., au-dessous de la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 70.

Saxifraga Spruneri Boiss., Hal. Consp. I, 599.

Parnasse, rochers calcaires humides, exposition N., au-dessous de la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 68.

Saxifraga ascendens L. var. *parnassica* (Boiss. et Heldr.) Hal. Consp. I, 602.

Parnasse, rochers calcaires humides exposés au N., au-dessous de la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 69.

Saxifraga rotundifolia L., Hal. Consp. I, 603.

Ghiona, rochers calcaires humides, près de la fontaine de Platylithos, 1 450 mètres, 11/8, n° 241. (Forme à feuilles dépourvues de marge membraneuse.)

Subsp. *taygetea* (Boiss. et Heldr.) Engl. Mon. Saxifr., p. 117 (pro var.)

= *S. taygetea* Boiss. et Heldr., Diagn. X. 19, Hal. Consp. I, 605.

Ghiona, creux à neige, fissures des rochers calcaires, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 341.

OBSERVATIONS. — Il nous est impossible de considérer le *S. taygetea* autrement que comme une sous-espèce alpine du *S. rotundifolia*. Il ne s'en distingue guère, en effet, que par ses tiges plus

basses, ses feuilles plus petites, à crénelures moins nombreuses, et on trouve des formes intermédiaires.

De même les *Saxifraga chrysosplenifolia* Boiss., *repanda* Willd., *olympica* Boiss., quoique mieux caractérisés, ne nous paraissent guère constituer que des sous-espèces de *S. rotundifolia* L.

Saxifraga Sibthorpii Boiss., Hal. Consp. I, 605.

Parnasse, fissures humides des rochers calcaires, 2 000-2 400 mètres, 6/8, n° 71.

Parnassia palustris L., Hal. Consp. I, 606.

Ghiona, pelouses humides sur les tufs ophitiques, à 1 850 mètres, près des bergeries de Karvouni, 12/8, n° 313.

Eryngium campestre L. var. *virens* (Link.) Weiss., Hal. Consp. I, 615.

Phocide, Delphes, rocailles calcaires, 300-1 000 mètres.

Parnasse, jusqu'à 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 26. Vulg. *μυρρόνα*.

Eryngium multifidum S. et Sm., Hal. Consp. I, 615.

Ghiona, rochers et éboulis calcaires de l'étage silvatique, 1 400-1 700 mètres, 12/8, n° 226.

Parnasse, rocailles des étages silvatique et subalpin, 1 200-2 000 mètres, 6/8, n° 178.

Daucus carota L., Hal. Consp. I, 625.

Phocide, champs cultivés sur les schistes à Segditsa, 800 mètres, 10/8, n° 291.

Turgenia latifolia D. C., Hal. Consp. I, 626.

Parnasse, moissons des derniers champs d'orge, à 1 850 mètres, 6/8, n° 126.

Heracleum Pollinianum Bert. var. *œtæum* (Boiss.), Hal. Consp. I, 638.

= *Heracleum palmatum* var. *œtæum* Boiss., Fl. or. suppl. 269.

Ghiona, rochers calcaires de l'étage silvatique supérieur à Platyolithos et de l'étage subalpin, près des bergeries de Karvouni, 1 400-1 850 mètres, 11/8, n° 288. Seconde station connue de cette variété qui n'avait encore été trouvée que sur l'Eta, dans les gorges dites Roupia.

Ferulago nodosa L., Hal. Consp. I, 644.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 600 mètres, 3/8, n° 50.

Les nodosités énormes qui se forment à la partie supérieure des entrenœuds de cette espèce sont bourrées d'amidon. Il y a là une adaptation xérophile. En effet, la plante, qui croît dans des terrains arides et ensoleillés, et présente des feuilles à structure xérophile peu marquée, est de très bonne heure complètement défeuillée. Les matières de réserve accumulées dans ces nodosités lui permettent alors d'amener ses fruits à maturation.

Sclerochorton junceum Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 647.

Parnasse, éboulis calcaires, vers 2 300 mètres, 6/8, n° 108.

Cnidium silaifolium Jacq., Hal. Consp. I, 648.

Parnasse, rocaillies calcaires, près de l'Antre Corycien (Saran-davli), 1 250 mètres, 5/8, n° 170.

Var. *orientale* Boiss., Hal. Consp. I, 648.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 249.

Scaligeria cretica Urv., Hal. Consp., I, 656.

Laconie, rochers calcaires, entre Sparte et Trypi, 200-300 mètres, 23-10, n° 875.

Carum meoides Gris., Hal. Consp. I, 678.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 400-2 000 mètres, 11/8, n° 1042 et 251.

Falcaria Rivini Host. = *Sium Falcaria* L. = *Prionitis Falcaria* Dum., Hal. Consp. I, 679.

Parnasse, champs et lieux incultes au Livadhi, 6/8, n° 125. Espèce rarissime en Grèce.

Pimpinella Tragium Vill., Hal. Consp. I, 682.

Ghiona, rochers calcaires de l'étage silvatique, 1 300-1 500 mètres, 11/8, n° 296 (var. *typica*).

Bupleurum capillare Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 691.

Phocide, roches Phœdriades, près Delphes, calcaire, 900-1 000 mètres, 7/8, n° 202. Espèce jusqu'ici spéciale au Parnasse, où elle n'a été trouvée que deux fois. Elle habite les garrigues de l'étage montagneux, de 800 à 1 000 mètres.

Arceuthobium Oxycedri D. C., Hal. Consp. I, 696.

Parnasse, fréquent sur les *Juniperus Oxycedrus*, sur tout le plateau du Livadhi, 5/8.

Galium firmum Tausch, Hal. Consp. I, 712.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 273. Nos spécimens appartiennent au type, plus rare dans les montagnes de Grèce que les variétés *eubœum* Hal. et *citraceum* Boiss. et Heldr.

Galium thymifolium Boiss. et Heldr., Hal. Consp. I, 715.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 274.

Parnasse, rocailles calcaires, dans les forêts de sapins, 1 200 mètres, 6/8, n° 143.

Galium verticillatum Dauth., Hal. Consp. I, 726.

Parnasse, rochers calcaires des étages subalpin et silvatique, 1 500-1 900 mètres, 6/8, n° 128. N'est pas mentionné par HELDREICH dans sa *Χλωρίς τοῦ Παρνασσῶς*.

Asperula lutea Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 737.

Parnasse, rocailles de l'étage silvatique, 1 200 mètres, 5/8, n° 144.

Asperula nitida Sibth. et Sm., Hal. Consp. I, 735.

Ghiona, rochers calcaires près du sommet, versant E., 2 400-2 500 mètres, 12/8, n° 356.

Morina persica L., Hal. Consp. I, 756.

Parnasse, rocailles et éboulis calcaires, de 1 000 à 2 000 mètres, 7/8, n° 135.

Cephalaria ambrosioides S. et Sm., Hal. Consp. I, 758.

Phocide, roches Phœdriades, au-dessus de Delphes, 500-1 000 mètres, calcaire, 5/8, n° 190.

Knautia integrifolia (L.) Bert., Hal. Consp. I, 760.

Parnasse, rochers calcaires de l'étage silvatique, près des Kalyvia d'Arakhova, 1 200 mètres, 6/8, n° 112.

Ptercephalus perennis Vaill., Hal. Consp. I, 761.

≡ *P. Parnassi* Spreng. = *P. bellidifolius* Boiss.

Parnasse, rocailles calcaires de 950 à 2 100 mètres, 6/8, n° 171.

Callistemma palæstinum (L.) Heldr., Hal. Consp. I, 763.

Phocide, champs sur les schistes, entre Delphes et Arakhova, 3/8, n° 12.

Bellis perennis L. var. **microcephala** Boiss., Hal. Consp. II, 12.

Ghiona, bords des ruisselets dans les pâturages subalpins, 1 800 mètres, 13/8, n° 217.

Erigeron alpinum L. (sensu lato), Hal. Consp. II, 15.

= *E. olympicum* Schott. in Œst. Bot. Wochenbl. VII, 230.

Parnasse, rocailles calcaires alpines, au-dessus des bergeries dites Strounga tou Lazarou, 2 200 mètres, 6/8, n° 1029.

Solidago virgaurea L., Hal. Consp. II, 17.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines, vers 2 000 mètres, 12/8, n° 1041. Espèce rare en Grèce, non encore signalée au Ghiona.

Var. **vestita** Hal. Consp. II, 17.

Ghiona, rochers calcaires humides, à Platyolithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 253.

Inula britannica L., Hal. Consp. II, 21.

Parnasse, lieux inondés l'hiver (Limni) du Livadhi, près des « Katavothra », 7/8, n° 204.

Inula oculus-Christi L., Hal. Consp. II, 21.

Ghiona, rocailles calcaires de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platyolithos, 1 500 mètres, 11/8, n° 297.

Inula parnassica Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 22.

Phocide, Delphes, rochers calcaires, 600-700 mètres, 3/8, n° 11.

Inula graveolens L., Hal. Consp. II, 25.

Arcadie et Laconie : assez fréquent sur les schistes dans les montagnes entre Tripolis et Sparte, 200-800 mètres, 19/10, n° 866.

Inula viscosa L., Hal. Consp. II, 24.

Var. **angustifolia** R. Maire.

A typo differt foliis angustioribus, lineari-lanceolatis, integris vel parce dentatis, nec non omnibus partibus minoribus.

Arcadie, montagnes entre Tripolis et Sparte, surtout sur les schistes, 200-800 mètres, 19/10, n° 867.

Achillea umbellata S. et S., Hal. II, p. 42.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 12/8, n° 337.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, aux bergeries dites Strounga tou Lazarou, 2 000 mètres, 6/8, n° 198.

Anthemis tinctoria L. var. *parnassica* (Boiss. et Heldr.), Hal. Consp. II, 53.

Parnasse, éboulis calcaires, vers 2 300 mètres, 6/8, n° 66.

Doronicum cordifolium Sternb., Hal. Consp. II, 76.

Parnasse, rochers calcaires humides, 2 000-2 400 mètres, 7/8, n° 64.

Senecio thapsoides D. C., Hal. Consp. II, 80.

Parnasse, rochers calcaires de l'étage silvatique supérieur, 1 800 mètres, 6/8, n° 84.

Senecio nemorensis L. var. *expansus* (Boiss. et Heldr.), Hal. Consp. II, 81.

= *S. Jacquinianus* Rehb. v. *expansus* Boiss. et Heldr. Diagn. ser. 2, III, 34.

Ghiona, rochers calcaires humides de l'étage silvatique, près de la fontaine de Platylithos, 1 450 mètres, n° 257.

Senecio rupestris W. et K., Hal. Consp. II, 82.

Ghiona, éboulis calcaires sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 000-2 200 mètres, 12/8, n° 301.

Parnasse, rocailles calcaires, près des bergeries du Gerondovrakhos, 2 200 mètres, 6/8, n° 54.

Echinops albidus Boiss. et Spr., Hal. Consp. II, 90.

Phocide, dans les broussailles sur les schistes, entre Amphissa et le monastère d'Agios-Ilias, 200-300 mètres, 14/8, n° 228.

Echinops Ritro L. var. *Sartorianus* Boiss., Hal. Consp. II, 91.

Parnasse, champs cultivés et rocailles calcaires de 1 100 à 1 800 mètres, 6/8, n° 92.

Echinops microcephalus S. et S., Hal. Consp. II, 91.

Arcadie, dans les vignes de toute la plaine de Tripolis, calcaire, 600 mètres, 19/10, n° 847.

Carlina gummifera L., Hal. Consp. II, 94.

= *Atractylis gummifera* Less.

Élide, champs argileux, près des ruines d'Olympie, 100 mètres, 27/10, n° 883.

Carlina corymbosa D. C. subsp. *græca* Boiss. (pro var.), Hal. Consp. II, 97 (pro sp.).

Phocide, Delphes, rochers et éboulis calcaires, 500-1 000 mètres, 5/8, n° 380.

Carduus armatus Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 104.

Parnasse, rocailles calcaires de 1 200 à 2 300 mètres, 6/8, n° 1086.

Carduus pycnocephalus L., Hal. Consp. II, 106.

Phocide, ruines de Delphes, 3/8, n° 1104.

Cirsium Heldreichii Hal. Consp. II, 111.

Ghiona, rocailles et pâturages des régions silvatique supérieure et subalpine, 13/8, n° 1025. Ce *Cirsium* est nouveau pour le massif du Ghiona; c'est une plante du Pinde qui n'était pas indiquée au sud du Veloukhi (Tymphreste).

Picnemon Acarna L., Hal. Consp. II, p. 119.

Phocide, très abondant dans les rocailles et les lieux incultes des étages méditerranéen, montagneux et silvatique du Parnasse, 3/8, n° 49.

Onopordon illyricum L., Hal. Consp. II, 123.

Parnasse, rocailles arides et champs incultes sur le plateau du Livadhi, entre les Kalyvia d'Arakhova et les Kalyvia de Kastri; calcaires, 1 000-1 100 mètres, 5/8, n° 169.

Centaurea affinis Friv., Hal. Consp. II, 146.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 100-2 000 mètres, 6/8, n° 184.

Centaurea pelia D. C., Hal. Consp. II, 149 ?

Delphes, roches Phœdriades, calcaires, 600 mètres, 3/8, n° 1103. La plante étant dans un état trop avancé, la détermination n'est pas absolument certaine.

Centaurea salonitana Vis., Hal. Consp. II, 159.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 177.

Carthamus dentatus Vahl., Hal. Consp. II, 169.

Phocide, Delphes, rochers calcaires de 500 à 1 000 mètres, 3/8, n° 47.

Leontodon asper W. et K. var. *setulosus* Hal. Consp. II, 187.

Ghiona, rocaïlles calcaires subalpines, 1 800-2 000 mètres, 12/8, n° 259. N'était pas signalé dans le massif du Ghiona.

Tragopogon Samaritanil Heldr. et Sart., Hal. Consp. II, 193.

Ghiona, rocaïlles calcaires du haut plateau de l'Ano-Koukos, vers 2 000 mètres, 12/8, n° 312.

Scorzonera purpurea Boiss. subsp. *rhodantha* (Hausskn.) Maire et Petitmengin comb. nov.

= *Scorzonera rhodantha* Hausskn., Hal. Consp. II, 197.

Ghiona, pelouses subalpines au lieu dit Vromolaka, au-dessus de Sykia, 1 800-2 000 mètres, 13/8, n° 218 et 219. Cette plante du Pinde n'avait pas encore été rencontrée dans le massif du Ghiona, mais HELDREICH l'avait trouvée dans celui du Vardousia, de l'autre côté de la vallée du Morno-Potamos.

Podospermum canum C. A. Mey., Hal. Consp. II, 199.

= *Scorzonera messeniaca* Chaub. et Bory.

Argolide, sur les schistes cristallins, près du théâtre du hiéron d'Esculape, à Épidaure, 150 mètres, 17/10, n° 849.

Podospermum canum C. A. Mey. var. *alpinum* Boiss., Hal. Consp. II, 200.

Ghiona, rocaïlles et pelouses, vers 2 100-2 400 mètres, 12/8, n° 343.

Taraxacum officinale Wigg. var. *alpinum* Hoppe, Hal. Consp. II, 202.

Ghiona, rocaïlles calcaires à 2 400 mètres, 12/8, n° 1054.

Parnasse, rocaïlles calcaires et pelouses subalpines, 2 000-2 300 mètres, 6/8, n° 105.

Lactuca viminea L., Hal. Consp. II, 212.

Parnasse, rocaïlles calcaires des étages méditerranéen, montagneux et silvatique, 600-1 700 mètres, 6/8, n° 172.

Lactuca muralis (L.) E. Meyer, Hal. Consp. II, 213.

Ghiona, forêts de sapins sur les calcaires et les schistes, 800-1 800 mètres, 11/8, n° 299.

Hieracium Pilosella L. subsp. *macranthum* (Ten.), Hal. Consp. II, 233; *teste* Arvet-Touvet.

Ghiona, pâturages sur les schistes et les tufs ophitiques, au-dessus des bergeries de Karvouni, 1 900-2 000 mètres, 12/8, n° 353 (*forma microcephala*).

Hieracium Gaudryi Boiss. et Orph., Hal. Consp. II, 240.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, en montant des Kalyvia d'Arakhova aux bergeries Strounga tou Lazarou, 1 800-1 900 mètres, 6/8, n° 141. N'avait été trouvé que par ORPHANIDIS dans les rochers dits Kedhrozastano.

Hieracium scapigerum Boiss., Orph. et Heldr.; Hal. Consp. II, 241; *teste* Arvet-Touvet.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 200 mètres, 12/8, n° 342 (*très typique*, Arv.-Touv.); n° 220 (*forma*, Arv.-Touv.), n° 320 (*forma reducta*, Arv.-Touv.).

Ghiona, rochers calcaires dans les gorges de la région silvatique, près de la fontaine de Platylithos, 1 400 mètres, 11/8, n° 320.

Hieracium Sartorianum Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 242; *teste* Arvet-Touvet.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 359 (*typique*) et 284 (*forma*).

Hieracium virga-aurea Cosson; *teste* Arvet-Touvet.

Ghiona, forêts de sapins sur les schistes, versant O., au-dessus de Sykia, 13/8, n° 1039 (*forma reducta*).

OBSERVATIONS. — Ce *Hieracium* n'avait pas encore été rencontré en Grèce. Il est voisin du *H. racemosum* et du *H. crinitum*, déjà signalés dans les forêts du Pinde et de l'Olympe.

Campanula rupicola Boiss. et Spr., Hal. Consp. II, 258.

Parnasse, creux des rochers calcaires, vers 2 200-2 300 mètres, 6/8, n° 60.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 1 800-2 000 mètres, 12/8, n° 302.

Campanula versicolor Andrews, Hal. Consp. II, 262.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 11/8, n° 260. Fentes ombreuses des rochers dans la gorge de la fontaine Castalie, à Delphes, 500-600 mètres, 3/8, n° 19.

Taygète, rochers calcaires, près Boliana, 600 mètres, 22/10.

N. B. — Cette campanule est facile à reconnaître, même lorsqu'elle n'est pas en fleurs, car elle possède un latex blanc, aussi abondant que celui des Euphorbes, qui s'écoule dès qu'on la coupe. La plupart des campanules n'ont au contraire qu'un latex peu abondant et souvent incolore. Nous n'avons trouvé ce

caractère mentionné dans aucune des descriptions classiques, bien qu'il soit exprimé par le nom vulgaire de la plante : γαλατόχορτο.

Campanula racemosa (Krasan) Witarek in Abh. zool. bot. Ges. Wien I, 3, p. 34.

C. rotundifolia Hal. Consp. II, 263, non L.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, vers 2 100-2 150 mètres, 12/8, n° 354.

N. B. — Cette espèce présente un latex blanc assez abondant.

Campanula radicata Chaub. et Bory., Hal. Consp. II, 265.

Parnasse, pelouses des régions alpine et subalpine, 1 900-2 400 mètres, sur la terre argileuse décalcifiée, 6/8, n° 94.

N. B. — Cette espèce mime le *Beta nana*, dont il est parfois difficile de la distinguer au premier abord, lorsqu'elle n'est pas fleurie. On la reconnaît facilement, en arrachant une feuille, grâce à la présence d'un latex blanc peu abondant, mais toujours bien visible.

Campanula drabifolia S. et Sm., Hal. Consp. II, 266.

Parnasse, rochers calcaires des forêts de sapins, 6/8, n° 166.

Campanula Sibthorpiana Hal. Consp. II, 268.

= *C. spatulata* Sibth. et Sm.

Ghiona, pelouses subalpines, dans les touffes de chardons, 11/8, n° 303.

Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1 900-2 200 mètres, 6/8, n° 91.

Campanula aizoon Boiss., Hal. Consp. II, 269.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, rocailles calcaires, vers 2 100 mètres, 12/8; n° 311.

N. B. — Cette espèce présente un latex blanc presque aussi abondant que celui du *Campanula versicolor*.

Edraianthus graminifolius (L.) D. C., Hal. Consp. II, 279.

Parnasse, fentes des rochers calcaires sur le Gerondovrakhos, 2 350 mètres, exposition W, 6/8, n° 107.

Arbutus Andrachne L., Hal. Consp. II, 283.

Arcadie, montagnes entre Tripolis et Sparte, sur les calcaires et les schistes, 500-800 mètres, 19/10, n° 886.

Phocide, forêts d'*Abies cephalonica* et broussailles au-dessous

des forêts, sur le mont Elatos, au-dessus d'Amphissa, calcaire, 500-1 000 mètres, 14/8, n° 212. Vulg. άγρια κουμαριά.

Arbutus unedo L., Hal. Consp. II, 283.

Phocide, broussailles au-dessus d'Amphissa, au-dessous des forêts de sapins du mont Elatos, vers 500-600 mètres, calcaire, 14/8. Vulg. κουμαριά.

Fraxinus Ornus L., Hal. Consp. II, 289.

Ornus europæa Pers.

Parnasse, étage silvatique inférieur, autour de la plaine fermée dite Livadhi, 1 100 mètres, n° 121. Vulg. μελερός.

Cynanchum acutum L., Hal. Consp. II, 292.

Phocide, Delphes, rocaillies calcaires, 500-600 mètres, 3/8, n° 30.

Cionura erecta L., Hal. Consp. II, 292.

Phocide, rocaillies et lieux incultes, sur les schistes et le calcaire, entre Delphes et Arakhova, 700-800 mètres, 3/8, n° 1.

Convolvulus Mairei Hal. nov. sp.

Hirsutus; caulibus prostratis, foliis parvis, prostratis, triangulari-ovatis acutis vel obtusis, obtuse sagittato-hastatis; pedunculis axillaribus, solitariis, 1-floris, bibracteatis, fructiferis folium superantibus, sepalis ovato-oblongis, obtusissimis; corolla albo-rosea, extus puberula, calice multo longiore; capsula pubescente.

Caules 10-15 cm longi, foliorum lamina 5-8 mm longa, corolla 8-10 mm longa.

Habitu speciminibus macris *C. arvensis* L. similis, sed caulibus foliisque dense et breviter hirsutis, corolla et capsula pubescentibus discedens. — Jul. Aug. 4.

Phocide : Parnasse, grèves exondées du petit lac Zouvala, au pied de l'Antre Corycien, 1 120 mètres, 5/8, n° 113.

Retrouvé en 1906 dans la même station et de plus sur le limon exondé près de la fontaine intermittente dite Terzeniko (altitude 1 150 mètres), sur le plateau du Livadhi, à environ 2 kilomètres du lac Zouvala; trouvé également en 1906 dans le lit exondé du lac de Phonía (anciennement Pheneos) dans le Péloponèse (altitude 730 mètres), où il est très abondant.

Ce *Convolvulus* ne croît absolument que sur le limon submergé l'hiver, en compagnie de *Verbena supina* et *Crypsis schænoides*. Dans les parties desséchées depuis plusieurs années du lac de

Phonia, où nous l'avons observé en 1906, il persiste, encore bien que non submergé l'hiver, mais il est peu à peu chassé par le *Convolvulus arvensis*, qui vient s'établir à côté de lui à la faveur de l'assèchement des terres. Ces deux *Convolvulus* se mêlent ainsi, tout en restant absolument distincts, à tel point qu'on peut les reconnaître à plusieurs mètres de distance.

Convolvulus arvensis L., Hal. II, 307.

Ghiona, pelouses sur les schistes dans les forêts de sapins, sur le versant O., 1 500 mètres, 13/8, n° 215.

Phocide, rochers calcaires, à Delphes, 500-700 mètres (*forma transiens ad var. Cherleri* Ag.), 3/8, n° 35.

Cuscuta epithymum L. var. *alba* Presl., Hal. Consp. II, 311.

Parnasse, sur *Daphne oleoides* et *Eryngium* sp., dans la région subalpine, 1 850 mètres, 6/8, n° 87. Vulg. *νεραιδονέματα*.

Heliotropium villosum Webb., Hal. Consp. II, 314.

Phocide, Delphes, champs et décombres, calcaire, 450-650 mètres, 3/8, n° 377.

Anchusa parnassica Boiss. et Orph., Hal. Consp. II, 323.

Ghiona, éboulis calcaires, près des bergeries au-dessus de Platyliothos, 1 450 mètres, 11/8, n° 248.

Myosotis olympica Boiss., Hal. Consp. II, 354.

Parnasse, rocailles calcaires alpines, au-dessus de 2 200 mètres, 6/8, n° 57. Cette espèce, assez abondante dans l'étage alpin, sur le Gerondovrakhos, l'un des deux sommets du Parnasse, n'était pas indiquée dans ce massif ni par HELDREICH, *Κλώρις τοῦ Παρνασσού*, ni par HALÁCSY, *l. c.*

Atropa Belladonna L., Hal. Consp. II, 368.

Phocide, forêts d'*Abies cephalonica*, sur le mont Elatos, au-dessus d'Amphissa, calcaire, 1 000-1 200 mètres, 14/8, n° 1094.

Solanum nigrum L. var. *villosum* L., Hal. Consp. II, 370.

Phocide, Delphes, décombres dans les ruines, 3/8, n° 31.

Verbascum parnassicum Hal.

V. epixanthinum Boiss. Fl. Or. (pro parte), Hal. Consp. II, 379, non Boiss. Diagn. Fl. Or.

Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique et subalpin, de 1 200 à 2 300 mètres, 6/8, n° 56.

Verbascum undulatum Lamk., Hal. Consp. II, 382.

Phocide : Delphes, rochers calcaires près de la fontaine Castalie, 550 mètres, 3/8, n° 21.

Verbascum sinuatum L., Hal. Consp. II, 391.

Phocide, rochers calcaires, à Delphes, 500-600 mètres, 3/8, n° 32.

Digitalis ferruginea L., Hal. II, 420.

Parnasse, forêts d'*Abies cephalonica*, rocaillies calcaires, 1200-1800 mètres, 6/8, n° 114.

Digitalis lævigata L., Hal. Consp. II, 420.

Phocide, forêts de sapins du mont Elatos, au-dessus d'Amphissa, sur calcaire, 1000-1300 mètres, 14/8, n° 236.

Scrofularia heterophylla Willd., Hal. Consp. II, 403.

Phocide, Delphes, rochers calcaires, 500-600 mètres, 3/8, n° 33.

Subsp. *laciniata* (W. et K., Hal. Consp. II, 405 [pro specie]), Maire et Petitmengin, comb. nov.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, 1850 mètres, 6/8, n° 85.

Var. *poetarum* Maire et Petitmengin.

A typo differt statura minori, floribus pallidioribus, tubo corollæ calice triplo longiori, tenuiori, staminodio latiori, nec non pubescentia glandulosa omnium partium.

Parnasse, creux des rochers calcaires subalpins, 1800-2200 mètres, 6/8, n° 77.

Cette plante ne peut, à notre avis, être considérée autrement que comme une variété du *S. laciniata* W. et K. Sa pubescence la rapproche de *S. taygetea* Boiss., Hal. Consp. II, 407, dont elle se distingue nettement, au premier abord, par ses feuilles laciniées et non entières.

Le *S. laciniata* type ne nous paraît pas pouvoir être distingué spécifiquement du *S. heterophylla*, auquel il est réuni par des intermédiaires à tel point « qu'il est souvent difficile de distinguer en herbier les deux espèces » (HALÁCSY, l. c.).

Nous suivons donc ici l'opinion exprimée par BOISSIER lorsqu'il dit de *S. laciniata* : « Valde affinis formis pinnatisectis *Scrofulariæ heterophyllæ*, pro cuius stirpe subalpina et alpina haberi posset, — differt tamen colore læte viridi, foliis tenuibus membranaceis, nec carnosis, lobis et dentibus sæpius acutis, nec obtusis, cau-

libus non adeo fragilibus, capsula calycis proportione brevior. » (BOISSIER, *Flora orientalis*, IV, p. 409.)

Il semble donc légitime de considérer le *S. laciniata* comme une sous-espèce montagnarde du *S. heterophylla*.

Linaria peloponnesiaca Boiss. et Heldr. var. **parnassica** Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 410.

Parnasse, moissons à 1 850 mètres, 6/8, n° 127.

Chænorrhinum minus (L.) Willk. et Lange, Hal. Consp. II, 418.

Champs et lieux incultes sur les schistes entre Arakhova et Delphes, 2/8, n° 17.

Veronica aphylla L., Hal. Consp. II, 428.

Parnasse, escarpements calcaires humides, exposés au nord, au-dessous du sommet dit Kotrona, 2 400 mètres, n° 75.

Veronica Anagallis aquatica L., Hal. Consp. II, 429.

Phocide, Delphes, dans la fontaine Castalie, 3/8, n° 25.

Euphrasia salisburgensis Funk., Hal. Consp. II, 440 (*teste* Chabert).

Ghiona, rochers calcaires sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, près de la « katavothra » de Makri-Laka, 2 050 mètres, 12/8, n° 1061.

Ibidem, graviers calcaires au pied du cône terminal, 2 000 mètres, 12/8, n° 369 (*forma nana*).

Ibidem, rochers calcaires humides des gorges de la région silvatique, près de la fontaine de Platylithos, 1 400 mètres, n° 363.

Plante rare en Grèce, non encore indiquée dans le massif du Ghiona.

Orobanche gracilis Sm., Hal. Consp. II, 450?

Laconie, sur le *Genista acanthoclada*, sur les schistes, entre Anogia et Boliana, sur le Taygète, 600-800 mètres, 21/10, n° 861.

En raison de l'état avancé des spécimens, la détermination reste un peu douteuse.

Orobanche attica Reut., Hal. Consp. II, 453.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 000-2 200 mètres, sur *Marrubium velutinum* S. et Sm., 12/8, n° 318 (forme naine, appauvrie).

Parnasse, sur *Eryngium campestre*, au Livadhi, près des Kaly-

via d'Arakhova, très abondant, 6/8, n° 174 (forme vigoureuse, élancée).

Verbena supina L., Hal. Consp. II, 462.

Parnasse, grèves exondées du lac Zouvala, au pied de l'Antre Corycien, 1 120 mètres, 5/8, n° 111.

Teucrium Chamædrys L., Hal. Consp. II, 472.

Ghiona, rocailles calcaires de l'étage silvatique, 1 600 mètres, 11/8, n° 243.

Teucrium montanum L. var. **parnassicum** Celak., Hal. Consp. II, 476.

Ghiona, rocailles calcaires du haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 200 mètres, 12/8, n° 324.

Teucrium Polium L. var. **angustifolium** Benth., Hal. Consp. II, 478.

Phocide, lieux incultes, sur les schistes et les calcaires, entre Delphes et Arakhova, 600-900 mètres, 3/8, n° 8.

Var. **pseudohyssopus** Schreb., Hal. Consp. II, 478.

Parnasse, rocailles calcaires, de 800 à 1 400 mètres, 6/8, n° 146.

Salvia argentea L., Hal. Consp. II, 486.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 272.

Scutellaria peregrina L., Hal. Consp. II, 493.

Parnasse, broussailles sur les éboulis calcaires, près de l'Antre Corycien (Sarandavli), 1 200 mètres, 5/8, n° 152.

Sideritis Roeseri Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 499.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n°s 352 et 353.

Parnasse, rochers calcaires subalpins, 6/8, n° 72. Vulg. τσαϊ.

Marrubium velutinum Sibth. et Sm., Hal. Consp. II, 505.

Parnasse, rocailles calcaires, de 1 500 à 2 300 mètres, 6/8, n° 82.

Phlomis fruticosa L., Hal. Consp. II, 506.

Phocide, Delphes, rochers et éboulis calcaires, de 500 à 1 000 mètres, 4/8, n° 44. Vulg. άσφαλα.

Phlomis pungens Willd. var. **hispidula** Hal. Consp. II, 509.

Parnasse, champs cultivés au Livadhi d'Arakhoḃa, après moisson, 1 150 mètres, 5/8, n° 1115.

Lamium gargaricum L. var. *nivale* Bald., Hal. Consp. II, 511.
Ghiona, creux des rochers calcaires subalpins, 1 850 mètres, près des bergeries de Karvouni, 11/8, n° 306.

Lamium pictum Boiss. et Heldr., Hal. Consp. II, 512.
Parnasse, fentes des rochers calcaires, près des bergeries Στρούγγα τοῦ Δαζάρου, 2 000 mètres, 6/8, n° 182.

Betonica Jacquinii Gren. et Godr., Hal. Consp. II, 515.
Parnasse, éboulis calcaires subalpins, 2 300 mètres, 6/8, n° 59.
Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 300-1 900 mètres, 11/8, n° 282.

Stachys germanica L. var. *penicillata* (Heldr.), Hal. Consp. II, 520.
Parnasse, rocailles calcaires des étages silvatique supérieur et subalpin, 6/8, n° 83.

Stachys Swainsonii Benth., Hal. Consp. II, 527.
Phocide, fissures des rochers, près de la fontaine Castalie, à Delphes, 500 mètres, 3/8, n°s 27 et 42.

Ballota acetabulosa (L.), Urv., Hal. Consp. II, 532.
= *Marrubium acetabulosum* L., non Sibth. et Sm.
Parnasse, rochers et rocailles calcaires, de 600 à 1 200 mètres, 5/8, n°s 115 et 23.

Nepeta nuda L., Hal. Consp. II, 536.
Parnasse, rocailles calcaires subalpines, 1 700-2 000 mètres, 6/8, n° 55.

Nepeta parnassica Heldr. et Sart., Hal. Consp. II, 537.
Parnasse, rochers calcaires de l'étage silvatique, 1 100-1 400 mètres, 6/8, n° 155.

Calamintha incana S. et S. var. *calvescens* Heldr., Hal. Consp. II, 543.

Attique : Athènes, entre les dalles du théâtre, 2/11, n° 916.

Calamintha suaveolens (Sibth. et Sm.), Boiss., Hal. Consp. II, 544.

Ghiona, champs arides, sur les schistes, près du village de Segditsa, 600 mètres, 10/8, n° 333 et 365.

Micromeria juliana L., Hal. Consp. II, 546.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 1 850 mètres, 11/8, n° 258.

Phocide, rochers calcaires, entre Arakhova et Delphes, 600-800 mètres, 3/8, n° 15.

Delphes, rochers calcaires, 500 mètres, 5/8, n° 381.

Satureia Thymbra L., Hal. Consp. II, 550.

Attique, rocailles calcaires, près de Marousi, 200-300 mètres, 31/10, n° 911.

Satureia parnassica Heldr. et Sart., Hal. Consp. II, 551.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800 mètres, 11/8, n° 254.

N'était pas encore indiquée dans le massif du Ghiona.

Origanum heracleoticum L., Hal. Consp. II, 555.

Ghiona, rochers calcaires de la région silvatique, 800-1 000 mètres, 11/8, n° 294. Vulg. *ρίζαρη*, employé comme condiment dans la cuisine locale.

Var. **trichocalycinum** Hausskn., Hal. Consp. II, 555.

Rochers schisteux à Trypi, Laconie, 300 mètres, 24/10, n° 1138.

Thymus Sibthorpii Benth., Hal. Consp. II, 564.

Parnasse, rochers calcaires à 2 000 mètres, 6/8, n° 110.

Thymus teucrioides Boiss. et Spr., Hal. Consp. II, 566.

Ghiona, rocailles calcaires subalpines sur tout le haut plateau de l'Ano-Koukos, 1 900-2 200 mètres, 12/8, n° 1046.

Parnasse, rocailles et éboulis calcaires, 2 100 mètres, 6/8, n° 97 et 372.

Mentha longifolia L. var. *Sieberi* Koch., Hal. Consp. II, 570.

Phocide, vignes et ruisselets sur les schistes, entre Delphes et Arakhova, 700-900 mètres, 3/8, n° 2.

Thymbra capitata Gris., Hal. Consp. II, 557.

Thymus capitatus Hoffm. et Link.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 500-1 000 mètres, 7/8, n° 185.

Laconie, rochers calcaires dans la Langada de Trypi, 24/10, n° 882.



Lysimachia atropurpurea L., Hal. Consp. III, 2.

Béotie, lieux incultes près d'Arakhova, sur les schistes et les calcaires, 700-900 mètres, 2/8, n° 5.

Globularia cordifolia L., Hal. Consp. III, 12.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 800-1 900 mètres, 11/8.

Acantholimon Echinus L., Hal. Consp. III, 14.

Ghiona, rocailles calcaires alpines sur le cône terminal, 2 400-2 500 mètres, 12/8, n° 279.

Armeria canescens Host. var. **majellensis** (Boiss.) Hal. Consp. III, 23.

Parnasse, broussailles près de l'Antre Corycien (Sarandavli), calcaire, 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 156.

Plantago recurvata L., Hal. Consp. III, 29.

= *P. carinata* Schrad. = *P. subulata* Wulf. = *P. humilis* Jan.

Ghiona, pelouses sur les tufs ophitiques dans la vallée fermée dite Braïla, sur le haut plateau de l'Ano-Koukos, 2 050 mètres, 12/8, n° 314.

Plantago montana L. var. **græca** Hal. Consp. III, 30.

Ghiona, haut plateau de l'Ano-Koukos, pelouses argilo-calcaires de la vallée fermée dite Neraïdo-Laka, près du lac des Néréïdes (Νεραϊδω Λίμνη), 2 100 mètres, n° 330.

Plantago lanceolata L. var. **capitata** (Ten.) Presl., Hal. Consp. III, 31.

Parnasse, pelouses sur la terre argileuse décalcifiée, dans les dépressions vers 2 200 mètres, 6/8, n° 67.

Ibidem, lieux inondés l'hiver (Limni) au Livadhi, sur la terre argileuse décalcifiée, 7/8, n° 193.

Beta nana Boiss. et Heldr., Hal. Consp. III, 42.

Parnasse, pelouses dans les déclivités alluvionnées, vers 2 300 mètres, 6/8, n° 100.

Atriplex patula L., Hal. Consp. III, 48.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 6/8, n° 136.

Atriplex tatarica L., Hal. Consp. III, 49?

Phocide, décombres et rocailles, à Delphes, 3/8, n° 46. Nous

rapportons provisoirement cette plante à l'*Atriplex tatarica* L., dont elle est bien voisine, si elle n'en est une simple variation.

Rumex Patientia L. ?, Hal. Consp. III, 60.

Ghiona, pâturages autour des bergeries de Karvouni, calcaire et schistes, 1800 mètres, 12/8, n° 216.

La détermination de cette espèce est un peu douteuse, vu l'état trop avancé dans lequel elle se trouvait au moment de la récolte ; nos spécimens pourraient se rapporter au *R. crispus* var. *unicallosus*, dont ils semblent toutefois se distinguer par les valves plus nettement cordées.

Rumex nebroides Campd., Hal. Consp. III, 66.

Ghiona, pelouses subalpines, particulièrement aux abords des bergeries de Karvouni, calcaire, 1850 mètres, 12/8, n° 280.

Polygonum Bellardii All., Hal. Consp. III, 74.

Ghiona, rocailles calcaires du versant O., au-dessus de Sykia, 1800 mètres, 13/8, n° 229.

Polygonum convolvulus L., Hal. Consp. III, 76.

Parnasse, champs cultivés au Livadhi, 1150 mètres, 6/8, n° 147.

Daphne oleoides Schreb., Hal. Consp. III, 77.

Parnasse, rocailles calcaires de 1500 à 2400 mètres, 6/8, n° 1050.

Ghiona, rocailles calcaires, de 1550 à 2200 mètres, 12/8. Vulg. λυκόλορο.

Thymelæa tarton-raira (L.) All., Hal. Consp. III, 80.

Attique, rocailles calcaires, entre Marousi et le monastère de Mendéli, 100-300 mètres, 31/10, n° 908.

Osyris alba L., Hal. Consp. III, 83.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, 7/8, n° 93.

Mercurialis annua L., Hal. Consp. III, 92.

Phocide, champs sur les schistes, à Segditsa, 600 mètres, 10/8, n° 293.

Andrachne telephioides L., Hal. Consp. III, 93.

Phocide, sur les schistes, entre Delphes et Arakhova, 700-800 mètres, 3/8, n° 16.

Euphorbia acanthothamnos Heldr., Hal. Consp. III, 96.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 500-1000 mè-

tres, 4/8, n° 38. Cette plante est un véritable tropophyte à repos estival se comportant exactement comme les arbres et arbustes tropophytes des pays tropicaux : elle produit pendant la saison des pluies des feuilles à structure mésophile, qui disparaissent dès la fin de mai et laissent la plante complètement défeuillée pendant toute la saison sèche. Il en est de même pour l'*E. dendroides* L.

***Euphorbia herniariifolia* Willd., Hal. Consp. III, 99.**

Parnasse, fissures des rochers et éboulis subalpins, 1800-2000 mètres, 6/8, n° 78.

***Euphorbia veneta* Willd., Hal. Consp. III, 104.**

Phocide, Delphes, rochers et éboulis calcaires, près de la fontaine Castalie, 500 mètres, 3/8, n° 22. Vulg. γαλαξίδα. La tige, renflée à la partie supérieure et charnue, contient un latex abondant ; les tissus sont si bien protégés contre la déperdition de leur eau que nous avons pu trouver du latex encore liquide au mois de décembre de 1904 dans les tiges récoltées le 3 août.

***Euphorbia deflexa* Sibth. et Sm., Hal. Consp. III, 109.**

Parnasse, rochers calcaires, vers 1800 mètres, 6/8, n° 90.

***Euphorbia Myrsinites* L., Hal. Consp. III, 113.**

Parnasse, éboulis et rocailles calcaires, de 500 à 2300 mètres, 6/8, n° 102.

***Urtica dioica* L. var. *hispida* D. C., Hal. Consp. III, 116.**

Parnasse, autour des bergeries du Gerondovrakhos, 2200 mètres, 6/8, n° 139.

***Ulmus campestris* L. var. *tortuosa* Host., Hal. Consp. III, 122.**

Parnasse, étage silvatique, autour du Livadhi, 1150-1200 mètres, 6/8, n° 188 (*forma foliorum indumento singularis*). Vulg. φτελιά.

***Quercus pubescens* Willd.**

= *Q. lanuginosa* Lamk (pro var.), Hal. Consp. III, 127.

Laconie, Anogia, au sud de Sparte, 200 mètres, 20/10, n° 876.

Var. *congesta* Presl.

Arcadie, montagnes entre Tripolis et Sparte, sur les schistes et les calcaires, 400-800 mètres, 19/10, n° 879. Vulg. δένδρο.

***Quercus Aegilops* L., Hal. Consp. III, 130.**

Attique, sur les schistes cristallins, près du monastère de Men-

déli, au pied du mont Pentélique, 300-400 mètres, 31/10, n° 912.
Vulg. βελανιδιά.

Quercus ilex L., Hal. Consp. III, 131.

= *Q. smilax* L., Hal. Consp. III, 131.

Laconie, rochers calcaires dans les gorges de la Langada de Τρυπί, 24/10, n° 881 (*forma foliis anguste oblongo-lanceolatis*).
Vulg. αριά.

Quercus coccifera L. var. *calliprinos* (Webb.) Boiss., Hal. Consp. III, 133.

Parnasse, chapelle dite Palæo-Panagia, près du lac Zouvala, 1 150 mètres, 6/8, n° 207 (arbres de 6-8 mètres de haut).
Vulg. πουρνάρι.

Ostrya carpinifolia Scop., Hal. Consp. III, 133.

Var. *corsica* Fliche, Bull. Soc. Bot. France, XXXV, 1888, p. 166.

Ghiona, rochers calcaires dans les gorges de l'étagé silvatique, au lieu dit Platylithos, 1 300-1 500 mètres, 11/8, n° 261.

Les habitants de la région du Ghiona nomment cet arbre γαῦρος, tandis que ceux de l'Étolie, d'après HELDREICH et notre expérience personnelle, le nomment ρστρυά, réservant le nom de γαῦρος pour le *Carpinus duinensis* Scop., espèce qui ne paraît pas exister dans le massif du Ghiona.

Salix alba L., Hal. Consp. II, 136.

Parnasse, bords des torrents, au Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 116. Vulg. ετιά.

Salix incana Schrank, Hal. Consp. III, 139.

Ghiona, graviers des gorges de la région silvatique, au-dessous de Platylithos, 800-1 000 mètres, 11/8, n° 292. Vulg. ετιά.

Crocus cancellatus Herb., Hal. Consp. III, 199.

Argolide, rocaillies calcaires, entre Nauplie et Épidaure, 200 mètres, 18/10, n° 855.

Crocus hadriaticus Herb., Hal. Consp. III, 200.

Arcadie, rocaillies calcaires des montagnes, près d'Alepo-Khorio, 700-800 mètres, 20/10, n° 1132.

Crocus Crewei Hook., Hal. Consp. III, 195.

Arcadie, rocaillies calcaires des montagnes, près d'Alepo-Khorio, 700-800 mètres, 20/10, n° 853.

Sternbergia sicula Tineo, Hal. Consp. III, 204.

Arcadie, sur les schistes, près du village de Kaparéli, et sur les calcaires, près d'Alepo-Khorio, 700-800 mètres, 20/10, n° 852.

Galanthus Reginæ-Olgæ Orph., Hal. Consp. III, 206.

G. Olgæ Orph. in Boiss., Fl. Or. V, 146.

Laconie, buissons et lieux humides sur les schistes et les calcaires, dans les gorges du Taygète, à Boliana et dans la Langada de Trypi, 500-1 000 mètres, 20 et 25/10, n° 868. Vulg. σκουλαρίκι. (Σκουλάρι = boucle d'oreille.)

Asparagus acutifolius L., Hal. Consp. III, 209.

Phocide : Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 500-900 mètres, 7/8, n° 183.

Asphodeline lutea L., Hal. Consp. III, 216.

Parnasse, forêts de sapins, près de l'Antre Corycien (Saran-davli), 5/8, n° 175.

Scilla autumnalis L., Hal. Consp. III, 238.

Parnasse, pelouses et rocailles calcaires, au lieu dit Elapho-Kastro⁽¹⁾, 1 200 mètres, 7/8, n° 203 (commençant à fleurir).

Allium rotundum L., Hal. Consp. III, 247.

Parnasse, rocailles calcaires, vers 1 800 mètres, 6/8, n° 131.

Allium callimischon Link., Hal. Consp. III, 254.

Laconie : Taygète, sur les schistes, parmi les broussailles, entre Anogia et Boliana, 500-800 mètres, 20/10, n°s 865 et 878.

Allium parnassicum Boiss., Hal. Consp. III, 255.

Ghiona, pelouses subalpines, sur les tufs ophitiques et les schistes, près des bergeries de Karvouni, 1 900-2 000 mètres, 12/8, n° 358. Espèce non encore signalée dans le massif du Ghiona et appartenant à l'étage silvatique dans les autres montagnes où elle a été indiquée.

Colchicum parnassicum Sart. Orph. et Heldr., Hal. Consp. III, 276.

Ghiona, forêts de sapins, au-dessus de Platylithos, 1 500 mètres, 11/8, n° 310.

¹. Cf. la note sur le mot Elapho-Kastro, au paragraphe relatif à l'*Erodium chrysanthum*.

Arum maculatum L., Hal. Consp. III, 292.

Parnasse, forêts de sapins, de 1 100-1 600 mètres, 6/8, n° 187 (en fruits).

Dracunculus vulgaris Schott., Hal. Consp. III, 291.

Phocide, broussailles sur les schistes, au-dessous de Segditsa, 600 mètres, 10/8. Vulg. *δρακοντιά*.

Carex divisa Huds., Hal. Consp. III, 328.

Parnasse, fossés et lieux inondés l'hiver dans la plaine fermée dite Livadhi, au-dessus d'Arakhova, 1 100 mètres, 5/8, n° 129.

N. B. — Nos spécimens sont en fruits et par conséquent d'une détermination difficile; M. H. LÉVEILLÉ y voit le *C. teretiuscula* Good. qui n'est pas connu en Grèce; mais M. DE HALÁCSY fait remarquer que les fruits sont plan-convexes et non biconvexes, et que la plante en question n'est donc pas le *C. teretiuscula*. Il la rapporte au *C. divisa* Huds., dont elle présente bien les caractères et qui abonde en Grèce dans les stations humides de la plaine et de la montagne.

Andropogon hirtus L. var. *pubescens* (Vis.) Hal. Consp. III, 332.

Phocide, lieux incultes, sur les schistes, près du monastère d'Agios-Ilias, entre Amphissa et Delphes, 200-400 mètres, 14/8, n° 210.

Crypsis schœnoides L., Hal. Consp. III, 341.

Parnasse, sur la vase desséchée du lac Zouvala, au-dessous de l'Antre Corycien, 1 120 mètres, 6/8, n° 200.

Phleum phleoides (L.) Simk., Hal. Consp. III, 346.

= *P. Bæhmeri* Wib.

Parnasse, rocailles calcaires des forêts de sapins, 1 600 mètres, 6/8, n° 177.

Phleum græcum Boiss. et Heldr., Hal. Consp. III, 348.

Parnasse, rocailles calcaires des forêts de sapins, 1 250 mètres, 6/8, n° 160.

Oryzopsis miliacea (L.) Mazz., Hal. Consp. III, 353.

= *Piptatherum miliaceum* Coss., Boiss. Fl. Or., V, 506.

Phocide, lieux incultes, éboulis et rochers calcaires à Delphes, 3/8, n° 20.

Broussailles sur les schistes, entre Amphissa et Segditsa, 600 mètres, 10/8, n° 1045.

Agrostis verticillata Vill., Hal. Consp. III, 355.

Phocide, Delphes, lieux humides, suintements d'eau, près du Kephlovrysi de Myli, calcaire, 400 mètres, 9/8, n° 278.

Ibidem, dans la fontaine Castalie, 3/8, n° 24.

Sesleria nitida Ten., Hal. Consp. III, 363.

Ghiona, rocailles calcaires alpines, sur le cône terminal de la montagne, 2 100-2 500 mètres, 12/8, n° 348.

Sesleria cærulans Friv., Hal. Consp. III, 363.

= *S. vaginata* Boiss. et Orph. = *S. marginata* Griseb.

Parnasse, rochers calcaires alpins, à l'exposition N., sur le sommet dit Kotrona, 2 300-2 430 mètres, 6/8, n° 61.

Avena sterilis L. var. *Ludoviciana* (Dur.) Hausskn., Hal. Consp. III, 372.

Parnasse, champs cultivés du Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 173.

Trisetum flavescens (L.) Gaud. var. *tenue* Hack., Hal. Consp. III, 375.

Ghiona, creux à neige, sur le cône terminal de la montagne, calcaire, 2 300-2 400 mètres, 12/8, n° 347.

Melica ciliata L., Hal. Consp. III, 379.

Parnasse, rochers calcaires des étages méditerranéen; montagneux et silvatique, 500-1 500 mètres, 6/8, n° 1095.

S. var. *micrantha* (Boiss.), Hal. Consp. III, 379. — *Melica ciliata* β *micrantha* Boiss. Fl. Or., V, 589.

Ghiona, rochers calcaires, près de la fontaine de Platylithos et jusque dans l'étage subalpin, 1 400-1 900 mètres, 11/8, n° 246.

Dactylis glomerata L., Hal. Consp. III, 382.

Ghiona, forêts de sapins, gorge de Platylithos, 11/8, n° 245.

Bromus squarrosus L., Hal. Consp. III, 397.

Parnasse, rocailles calcaires, près de l'Antré Corycien (Saran-davli), 1 200 mètres, 6/8, n° 154.

Festuca ovina L. var. *lævis* Hackel, Hal. Consp. III, 402.

Ghiona, rochers calcaires des étages silvatique et subalpin, 1 300-2 000 mètres, 11/8, n° 214.

Festuca varia Hænke var. **acuminata** Hackel, Hal. Consp. III, 406.

Parnasse, éboulis et rochers calcaires des étages subalpin et alpin, 1 800-2 400 mètres, 6/8, n° 63.

Poa alpina L. var. **parnassica** Boiss., Hal. Consp. III, 421.

Ghiona, rocaillles calcaires, sur le sommet du cône terminal, 2 512 mètres, 12/8, n° 350.

Parnasse, rocaillles calcaires à 2 300 mètres, 6/8, n° 73.

Ibidem, rochers calcaires, vers 1 800 mètres, n° 133.

Poa nemoralis L., Hal. Consp. III, 422.

Ghiona, forêts de sapins dans la gorge de Platylithos, 1 400 mètres, calcaire, n° 309.

Poa trichopoda Heldr. et Sart., Hal. Consp. III, 422.

Parnasse, pelouses alpines, dans les dépressions remplies de terre alluviale, 2 100-2 300 mètres, 6/8, n° 101.

Secale montanum Guss., Hal. Consp. III, 429.

Parnasse, rocaillles et broussailles, près de l'Antre Corycien (Sarandavli), 1 250-1 300 mètres, 5/8, n° 130.

Haynaldia villosa (L.) Schur., Hal. Consp. III, 430.

Parnasse, champs du Livadhi, 1 150 mètres, 6/8, n° 138.

Lolium temulentum L., Hal. Consp. III, 443.

Parnasse, champs cultivés au Livadhi, 1 100 mètres, 6/8, n° 238.

Abies cephalonica Loud., Hal. Consp. III, p. 450.

Parnasse, versant méridional, de 1 000 à 1 800 mètres, 6/8, n° 206.

Var. **Apollinis** (Link, pro sp.), Hal. Consp. III, p. 450.

Parnasse, versant méridional, de 1 000 à 1 800 mètres, avec le type, 6/8, n° 1129. Vulg. *ελατο*.

Juniperus Oxycedrus L., Hal. Consp. III, 455.

Parnasse, forêts d'*Abies cephalonica*, 1 000-1 800 mètres, 6/8, n° 118. Vulg. *ξέδος*.

Juniperus communis L., Hal. Consp. III, 456.

Mont Elatos, entre Amphissa et Lidhoriki, forêts de sapins, de 800 à 1 400 mètres, 14/8.

Juniperus foetidissima Willd., Hal. Consp. III, 457.

Parnasse, forêts de sapins, de 1 100 à 1 800 mètres, peu abondant, 6/8, n° 1023.

Mont Elatos, entre Amphissa et Lidhoriki, où il descend dans les forêts de sapins jusque vers 900 mètres, 14/8.

Juniperus phœnicea L., Hal. Consp. III, 458.

Phocide : Delphes, roches Phœdriades, 7/8, n° 181.

Ephedra campylopoda C. A. Meyer, Hal. Consp. III, 459.

Phocide, Delphes, roches Phœdriades, calcaire, 600 mètres, 3/8, n° 28.

Argolide, sur un affleurement de schistes cristallins, près du théâtre du sanctuaire d'Esculape, entre Nauplie et Épidaure, 18/10, n° 854. Vulg. πολυτρίχ.

Asplenium viride Huds., Hal. Consp. III, 471 (*teste* H. Christ).

Ghiona, creux à neige des rochers calcaires, sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 335. (Forme à rachis vert, à pétiole noir jusqu'aux folioles.) N'était encore connu qu'à l'Olympe de Thessalie.

Asplenium Ruta-muraria L., Hal. Consp. III, 473, var. **Brunfelsii** Heufl. (*teste* H. Christ!).

Ghiona, rochers ombragés dans les gorges de Platylithos, dans les forêts d'*Abies cephalonica*, et rochers subalpins, près des bergeries de Karvouni, 1 300-1 800 mètres, 11/8, n° 244. Cette fougère n'était encore connue dans la Grèce continentale que sur les rochers au lieudit Gournas, dans le massif du Parnasse.

Asplenium Trichomanes L., Hal. Consp. III, 471.

Parnasse, dans les fentes des rochers calcaires, à l'entrée de l'Antre Corycien (Sarandavli), 1 200-1 300 mètres, 5/8, n° 145. (Forme tendant vers la var. *incisum* Christ.)

Aspidium lonchitis (L.) Sw., Hal. Consp. III, 475, var. **aristatum** Christ, Farnkr. d. Schweiz. (*teste* Christ!).

Ghiona, fissures des rochers calcaires, près du sommet (2 400 mètres) et près de la « katavothra » de la vallée fermée dite Braïla (2 050 mètres), 12/8, n° 289.

Aspidium pallidum (Chaub. et Bory) Link.

= *Nephrodium pallidum* Chaub. et Bory, Hal. Consp. III, 277.

Parnasse, rochers calcaires de la région silvatique, 1 700-1 800 mètres, 6/8, n° 137.

Ghiona, rochers calcaires des gorges de Platyolithos, sous les sapins, 1 400 mètres, 11/8, n° 251.

Ibidem, sous les sapins, sur le versant O., 1 500-1 700 mètres, 13/8, n° 1040.

Ibidem, creux à neige, sur le cône terminal, vers 2 300 mètres, 12/8, n° 1100. (Forme réduite à frondes petites, très-découpées, à port de *Cystopteris*.)

N. B. — M. DE HALÁCSY, Consp. III, 476 et 477, classe l'*Aspidium pallidum* dans un groupe dont une des caractéristiques serait la présence de 5-11 stèles dans le pétiole. Ce nombre peut se réduire à 3 dans l'*A. pallidum*, ainsi que nous avons pu le constater dans les spécimens du Parnasse (n° 137).

Cystopteris regia Prt. var. *alpina* Hopp. (*teste* Christ!).

= *C. fragilis* var. *regia* Hal. Consp. III, 479.

Parnasse, fissures des rochers calcaires humides exposés au nord sur la cime dite Kotrona, 2 400 mètres, 6/8, n° 74 et 371.

DESSINS REPRÉSENTATIFS SUR OS

DE LA

STATION NÉOLITHIQUE DU CANTON WALLIS

AUX ENVIRONS DE KLEINKEMS (BADE)

Par M. MATHIEU MIEG

Dans un travail, en collaboration avec M. le professeur Kollmann, paru en 1906 dans les *Archiv für Anthropologie*⁽¹⁾, j'ai décrit une station néolithique découverte en 1904, dans le canton Wallis, aux environs de Kleinkems. Cette station étant située à peu près en face des collines de Sierentz, sur la rive badoise du Rhin, il était intéressant de rechercher si elle ne s'étendait pas plus loin et s'il ne serait pas possible d'y trouver des os gravés, semblables à ceux découverts à Sierentz.

Les recherches que j'ai entreprises en mars 1907 ont pleinement confirmé cette supposition : les fouilles ont été faites dans un talus de loess, d'environ 5 mètres de hauteur, situé à environ 80 à 90 mètres au nord de la station décrite dans ma précédente note, à 5 mètres de la nouvelle source captée pour l'alimentation du village de Kleinkems⁽²⁾. Le loess a été décapé sur une sur-

1. « Zwei neue, in der Umgegend von Kleinkems (Baden) und Sierentz (Ober-Elsass) entdeckte neolithische Stationen von M. Mieg. Der Schädel von Kleinkems und die Neandertal-Spy-Gruppe von Prof. Kollmann ». (*Archiv für Anthropologie*, NF, Bd V.)

2. Les sources du canton Wallis prennent naissance à la rencontre des argiles jaunes sidérolithiques et des grès tertiaires qui les surmontent. Ces argiles sidérolithiques, d'épaisseur très variable, occupent les dépressions du calcaire rauracien, fortement redressé, entrecoupé de fissures et de failles, qui, comme je l'ai déjà dit précédemment, forme de véritables falaises entre Istein et Kleinkems. Le loess qui recouvre les pentes du calcaire rauracien du canton Wallis a une épaisseur variant de 1^m,50 à 5 mètres.

face d'environ 8 à 9 mètres carrés jusqu'à une profondeur de 3 mètres à laquelle ont été rencontrés les objets faisant partie de cette nouvelle station. Ces objets, assez peu abondants, se composent d'ossements d'animaux, accompagnés d'un certain nombre de silex taillés ou à l'état brut et de rares fragments de poterie.

Les silex blancs ou zonés proviennent des calcaires rauraciens d'Istein, ceux de couleur brunâtre ou rouge foncé se rencontrent à l'état désagrégé dans les argiles sidérolithiques d'Auggen, Schliengen, Liel et Kandern.

Outre quelques fragments de silex taillés, il n'y a à signaler qu'une scie (pl. I, fig. 4) et un silex assez large, de forme allongée, dont le côté tranchant, usé et poli, paraît avoir servi comme racloir.

Les poteries sont représentées par deux petits fragments de vase en terre grossière et par une pièce brisée affectant la forme d'un couvercle légèrement bombé, à poignée grossière, poli et usé à plat sur le côté opposé à la poignée. Cet objet, dont l'usage m'est inconnu, n'est pas absolument rond : les bords en sont irréguliers, usés et polis sur l'un des côtés. La poterie, de couleur foncée, assez bien cuite, renferme dans sa pâte de nombreux grains de quartz et de mica noir, et porte des traces noires charbonneuses sur les bords.

Les ossements d'animaux, passés à l'état subfossile, rencontrés avec les silex et les débris de poteries ont été étudiés par M. le Dr Stehlin, qui n'y a trouvé de déterminable qu'une série d'ossements de bœuf dont la nomenclature est la suivante :

Bœuf de taille moyenne : Extrémité distale d'humérus.
Extrémité proximale de radius.
Calcanéum.
Fragments de côtes.
Fragment de molaire supérieure.

Comme point de comparaison, il peut être intéressant de citer les espèces animales rencontrées dans la station néolithique du canton Wallis située à proximité, décrite dans ma précédente note. Ces espèces sont :

Sus scrofa. Indécis si sauvage ou domestique.
Bœuf. Taille du *Bos brachyceros* des palafittes.

Bos brachyceros. Fragment de mandibule gauche, dents diverses, humérus droit, fragment de diaphyse.

Cervus elaphus. Ordinaire.

Chèvre ou mouton. Forte taille, mandibule gauche.

Equus caballus. Probablement sauvage, rarissime dans les palafittes de l'âge de la pierre.

On y remarque, à côté du cheval sauvage, la présence d'animaux domestiques incontestables, tels que le *Bos brachyceros*. Les différentes stations découvertes dans le canton Wallis étant situées si près l'une de l'autre, sur la même terrasse de loess, il semble difficile de ne pas les considérer comme étant contemporaines et absolument du même âge.

Si la station néolithique découverte en 1904, outre sa faune animale et ses instruments en os, était caractérisée par le fragment de crâne humain décrit par M. le professeur Kollmann, celle qui fait l'objet de la présente note tire principalement son intérêt des dessins représentatifs sur os qu'elle renferme. Contrairement à ceux de Sierentz⁽¹⁾, ces dessins ne servent pas d'ornement à des instruments en os, mais sont exécutés sur des os à l'état brut.

Ce sont : un poisson (pl. I, fig. 1) gravé sur l'extrémité proximale d'un radius de bœuf ;

Un dessin géométrique assez rudimentaire exécuté sur l'extrémité distale d'un humérus de bœuf ;

Un fragment de côte de bœuf orné d'une gravure assez bizarre (pl. I, fig. 2) dont le caractère et le sens paraissent difficilement explicables⁽²⁾.

Une ébauche, assez gauchement exécutée sur un fragment d'os, paraît devoir représenter un bœuf⁽³⁾ [pl. I, fig. 3].

Outre ces dessins, il y a lieu de signaler un calcanéum de bœuf portant de profondes entailles faites à la scie, et un petit fragment d'os brisé, taillé et poli sur l'un de ses côtés, destiné sans doute à devenir un instrument.

La station que je viens de décrire est assez pauvre en restes de

1. La station de Sierentz a fourni plusieurs dessins de poissons, dont l'un également exécuté sur un fragment d'os à l'état brut.

2. Ce dessin rappelle l'amulette (talisman) en os taillé de la station du canton Wallis figurée (pl. I, fig. 1) dans ma note parue dans les *Archiv für Anthropologie*, NF., Bd V.

3. L'os est couvert de dendrites qui s'étendent également sur certains traits de la gravure, ce qui lui donne un caractère d'authenticité indéniable.

l'industrie humaine, mais elle complète celle précédemment décrite du canton Wallis et tire son importance du fait de l'existence à l'époque néolithique, sur les terrasses de loess des deux rives du Rhin, d'hommes qui utilisaient les os des grands animaux pour les orner soit à l'état brut, soit transformés en instruments divers, de dessins dénotant un certain sens artistique.

Ces dessins, se rapportant généralement à la représentation d'animaux de la faune actuelle, sont toutefois plus rares et plus rudimentaires dans la station du canton Wallis que dans celle de Sierentz.

Explication de la planche

PLANCHE I

1. Extrémité proximale d'un radius de bœuf avec dessin de poisson.
2. Fragment de côte de bœuf orné d'une gravure.
3. Fragment d'os avec une ébauche paraissant devoir représenter un bœuf.
4. Scie en silex.



NOTE

SUR

L'USURE DES CORPS RONDS

ET EN PARTICULIER DES GALETS

Par E. NOËL

Le premier savant qui, à ma connaissance, ait fait des expériences sur l'usure des galets est Daubrée⁽¹⁾. Dans un mémoire assez important, il étudie d'abord la striation des surfaces rocheuses planes, comme pourraient la produire par exemple les glaciers. Il a constaté que les vitesses et les pressions nécessaires pour déterminer un commencement de burinage sont inversement proportionnelles pour des vitesses comprises entre 0^m,0025 et 2^m,5 par seconde ; autrement dit, que le produit de la vitesse par la pression est constant : $p v = C$.

D'ailleurs, on sait, d'après Tresca, etc., que, dans le rabotage, la vitesse des coups de rabot a la même influence sur les copeaux. Un galet dans son mouvement provoque d'abord une strie, puis un sillon dont le rayon de courbure est en rapport avec la forme du fragment.

Une roche molle peut en strier une plus dure, exemple : le calcaire lithographique, le granit sous une pression de 35 kilogr. par millimètre carré. Quand un galet n'est maintenu que par une masse argileuse molle, il ne peut prolonger son entaille.

Daubrée se rendait compte de la relation qui doit exister entre

1. *Annales des Mines*, 1857, p. 535.

l'usure d'un corps solide libre et mobile et l'usure d'une surface plane, quand, dans la seconde partie de son travail, il aborde la formation et l'usure des galets.

On sait en quoi a consisté cette deuxième série d'expériences. Des galets ou fragments anguleux de granit de la taille d'une noisette à celle du poing ont été enfermés avec de l'eau dans un cylindre mobile, avec une vitesse linéaire de 0^m,80 à 1 mètre par seconde. Un trajet de 25 kilomètres a suffi pour arrondir les plus anguleux avec une perte de 40 % de leur poids, tandis que les galets arrondis n'ont perdu que de 0,001 à 0,004 de leur poids par kilomètre. Le résultat de l'usure est non du sable, mais un limon feldspathique avec lamelles de mica différent des argiles infusibles provenant de décompositions chimiques. Le reste du travail contient des considérations intéressantes sur l'usure des sables, qui ont été appliquées dans l'océanographie moderne, mais il n'y a pas lieu d'insister ici sur ce point.

Il résulte de là ce fait, d'ailleurs intuitif, que la capacité d'usure des galets varie dans le même sens que la dureté des roches, par suite celle des minéraux qui les constituent; donc, que, pour étudier l'usure relative des galets de deux roches différentes, il y a lieu d'étudier simplement celle de plaques de ces mêmes roches.

La dureté d'une roche se détermine, comme on sait, au scléromètre. Cet appareil se compose essentiellement d'une aiguille très dure qu'on peut charger de poids croissants jusqu'à produire telle ou telle rayure dans la surface à étudier.

Quant au phénomène de la rayure lui-même, il a été étudié déjà par plusieurs savants, notamment par Jannetaz⁽¹⁾, Osmond⁽²⁾, Prinz⁽³⁾, etc.; il est fort compliqué et encore assez obscur, car, sous l'action de la pointe rayante, la matière est modifiée jusqu'à une certaine profondeur et ce phénomène, sorte d'écroutissage, touche à la fois à la mécanique, à la physique moléculaire et à la chimie. Cependant, la rayure est aujourd'hui considérée comme l'intégrale d'une série de pénétrations infiniment rapprochées, et la déformation résultante comme l'enveloppe des défor-

1. JANNETAZ, « Note sur un nouveau scléromètre » (*G. R. Ac. Sc.* 3 avril 1893 et *A. F. A. S.*, congrès de Besançon 27 août 1893, etc.).

2. OSMOND, *La Dureté, sa définition et sa mesure*. Rapport présenté à la section A de la commission des méthodes d'essai, 3 décembre 1892, etc.

3. PRINZ, *Revue de l'université de Bruxelles*, 1896, p. 721-760.

mations de pénétration (¹). Or toute application d'un effort tangentiel tend à produire un mouvement vibratoire ; donc la rayure est périodique, avec arrachements conchoïdaux à la surface, continue et coupante en dessous. Un exemple net à citer à ce sujet serait la taille du verre par le diamant.

Quoi qu'il en soit, chaque dent d'une lime ou chaque grain d'émeri fait une strie sur la surface à user ; et l'action globale est l'intégrale d'un grand nombre d'actions élémentaires. Dans le cas de surfaces planes frottant sous une pression uniforme et avec des grains de même taille, cette intégrale sera la somme de stries équivalentes, sinon elle sera plus compliquée ; il en sera par exemple ainsi dans le cas de surfaces courbes frottant l'une contre l'autre, par exemple dans le cas des galets,

La résistance à l'usure de surfaces planes a d'ailleurs déjà été étudiée directement par M. Jannetaz (²) au moyen d'un appareil nommé usomètre. C'est un tour d'opticien sur le plateau duquel appuient quatre petites lames de la substance à essayer, collées à l'extrémité d'une tige mobile verticalement dans un bâti et portant des poids marqués dans une coupelle à la partie supérieure. L'appareil ne sert d'ailleurs qu'à des mesures d'usure relative, par comparaison avec des corps témoins. L'erreur relative fut trouvée égale à 0,003, ce qui est fort peu, étant donnée la nature de ces mesures. On prit pour évaluer la dureté l'inverse des pertes de poids,

Cette précision était nécessaire pour l'étude des variations de la dureté de corps bien définis, comme un cristal de quartz ou des échantillons de verres ; mais pour passer à des mesures sur les roches, quand on songe que le simple effet de la trempe du verre provoque une augmentation de dureté de 9 à 10 %, et qu'une plaque d'ardoise a donné sur le plan de schistosité une usure cinq fois plus forte que dans une direction perpendiculaire, une si grande précision peut sembler illusoire. Dans ce cas, ce qu'il importe de déterminer, c'est plutôt la moyenne de beaucoup d'expériences même grossières portant sur un grand nombre d'échantillons que de faire quelques essais très précis et en petit nombre.

1. OSMOND et CARTAUD, « Les enseignements scientifiques du polissage » (*Rev. gén. des Sc. pures et appl.*, p. 54, janvier 1905).

2. JANNETAZ et GOLDBERG, « Dureté des matières vitreuses et cristallisées déterminée au moyen de l'usomètre » (*A. F. A. S.*, Bordeaux 1895, p. 417).

Mais, avant de passer à des comptes rendus d'expériences, il importe de préciser certains faits relatifs, notamment, à l'usure de surfaces courbes frottant l'une sur l'autre.

Supposons deux surfaces solides en contact : si elles étaient parfaitement polies, et si la pression ne les déformait un peu au voisinage du point de contact, elles ne se toucheraient rigoureusement qu'en un point. Mais, en réalité, les deux solides sont toujours plus ou moins rugueux, et les anfractuosités de l'un, si petites soient-elles, épousent la forme des saillies de l'autre, de sorte que le contact a lieu non plus suivant un point, mais suivant un système continu ou discontinu de points situés tous à l'intérieur d'une petite surface. Si l'on appelle h_1 la profondeur

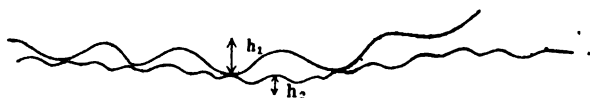


Fig. 1

moyenne des anfractuosités du premier de ces solides, et h_2 celle de l'autre, avec par exemple $h_1 > h_2$, le contour de la petite surface comprenant tous ces points de contact à son intérieur pourra être considéré au point de vue géométrique comme l'intersection des deux surfaces S_1 et S_2 tangentes à chacun des solides aux sommets de leurs rugosités, et se pénétrant l'une l'autre de la longueur h_2 comptée sur la normale commune. Si, en particulier, l'une des surfaces solides, S_2 par exemple, est un plan, la surface de contact ne sera autre que l'indicatrice de S_1 correspondant à la flèche h_2 , la plus petite des quantités h .

Considérons en particulier ce cas, et posons $h_2 = h$. Soient R et R' les rayons de courbure principaux de la surface S_1 au point de contact. On sait que l'indicatrice d'une surface convexe est une ellipse ayant pour demi-axes : $a = \sqrt{2Rh}$ et $b = \sqrt{2R'h}$. L'équation de cette ellipse est :

$$\frac{x^2}{2Rh} + \frac{y^2}{2R'h} - 1 = 0.$$

L'aire en est :

$$S = \pi ab = 2\pi h \sqrt{RR'},$$

En particulier, si $R = R'$, c'est-à-dire dans le cas d'un ombilic de S_1 , ou quand cette surface est une sphère :

$$a = b = r = \sqrt{2Rh}, \text{ et } S = 2\pi R h.$$

Dans le cas où la surface S_2 ne serait plus un plan, la courbe commune serait encore une courbe fermée voisine d'une ellipse, bien que gauche : résultat de l'arrachement d'une des surfaces par l'autre. En particulier, dans le cas du contact de deux sphères de rayons R et R_1 , cette courbe est encore un cercle de rayon r tel que :

$$h = \frac{r^2}{2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right),$$

d'où :

$$r = \sqrt{\frac{2h}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}}},$$

et quand les deux sphères sont égales, on a :

$$r = \sqrt{Rh}.$$

Si maintenant on applique les deux solides l'un contre l'autre avec une force pressante F , les sommets des rugosités de S_1 s'imprimeront dans S_2 , de même qu'une pointe dure dans une plaque de verre, et inversement celles de S_2 dans S_1 .

D'après des recherches publiées en 1876 par M. Léauté, relativement à la déformation de deux corps en contact due à leur pression mutuelle, si l'on prend pour position initiale celle où les deux corps se touchent en un seul point P avec pression nulle, le déplacement éprouvé (avant pivotement) par chaque point de l'un des corps pour venir en coïncidence avec un point de l'autre est parallèle à la normale commune en P , et la pression finale proportionnelle à l'écart primitif des points amenés ainsi en coïncidence.

En 1882, Hertz, ayant appliqué la théorie mathématique de l'élasticité à l'étude du contact de deux corps pressés normalement l'un contre l'autre, déduisit de ses calculs que les déplacements ne sont pas normaux au plan tangent commun et que la répartition des pressions à l'intérieur de l'aire de contact n'obéit pas à la loi prévue. Sa théorie permet de calculer, en fonction des cour-

bures des deux sphères, pour une pression totale donnée, les deux axes de l'ellipse de contact. Les formules sont fort compliquées, mais elles se simplifient quand on se borne à considérer le contact d'une bille sphérique avec un cône (exemple : dans les frottements à billes) et ont été pour ce cas particulier traduites en tables numériques par M. Heerwagen.

M. Lecornu, reprenant les calculs de M. Léauté, a constaté qu'ils pouvaient s'appliquer dans le cas par exemple du frottement de pivotement, à condition de modifier un coefficient numérique.

D'ailleurs, la théorie de Hertz elle-même suppose que la limite d'élasticité du solide n'est pas atteinte. Or il n'en est pas toujours ainsi. La force pressante étant répartie sur une très petite surface, la pression au centre peut souvent atteindre une très grande valeur. C'est ce qui doit même arriver dans le cas général pour des surfaces imparfaitement polies qui alors peuvent ne se toucher que suivant certains points de leurs aires de contact. Je ferai donc dans ce qui va suivre l'hypothèse simplifiée de M. Léauté.

Si alors on met les deux solides en mouvement de telle sorte qu'ils ne frottent l'un contre l'autre qu'une seule fois au point de contact, chaque pointe produira une rayure et les deux indicatrices porteront des stries dont la profondeur ira en décroissant du centre vers les bords. Tout se passe donc comme si le frottement avait eu pour effet d'enlever de la calotte de hauteur h une couche ayant pour épaisseur en un point la profondeur moyenne des stries : épaisseur nulle aux bords et pouvant atteindre au centre une valeur ε de l'ordre de h .

On a donc :

$$h - \varepsilon = h' = Oh \text{ au centre.}$$

Reste à savoir quelle peut être la loi de variation de cette épaisseur. Il est naturel d'admettre qu'elle est en un point proportionnelle à la distance ε de ce point B au plan de l'indicatrice de la surface, et que, par suite, la quantité ε soit de la forme λh .

On a donc :

$$h - \varepsilon = h' = h(1 - \lambda).$$

Or on a :

$$h = R \frac{\omega^2}{2}, \quad d = R \frac{\varphi^2}{2} \quad \varepsilon = h - d = R \left(\frac{\omega^2}{2} - \frac{\varphi^2}{2} \right),$$

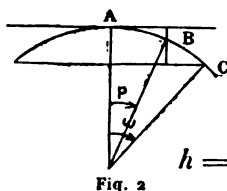


Fig. 2

d'où pour l'épaisseur :

$$e = \lambda (h - d) = \lambda R \left(\frac{\omega^2}{2} - \frac{\varphi^2}{2} \right).$$

J'appellerai la longueur ε : flèche d'abrasion élémentaire.

Le volume commun aux deux surfaces S_1, S_2 sera le volume élémentaire commun, et celui de la couche enlevée sera le volume élémentaire érodé. Il y a lieu aussi de considérer les sections de ce volume par des plans normaux en A à S_1 et S_2 . Cette section σ est donnée par :

$$\sigma = \int_{\varphi=0}^{\varphi=\omega} e R p \varphi = \int_0^{\omega} \frac{\lambda R^2}{2} (\omega^2 - \varphi^2) d\varphi,$$

$$\text{d'où } \sigma = \frac{1}{3} \lambda R^2 \omega^3$$

ou en fonction de h et de r :

$$\sigma = \frac{1}{3} \lambda R^2 \left(\frac{2h}{R} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} \lambda h \sqrt{2Rh} = \frac{2}{3} \lambda h r,$$

R étant le rayon de courbure de la section normale considérée, r le demi-diamètre de l'indicatrice parallèle à cette direction. Quant au volume élémentaire commun, il serait donné par la formule

$v_c = \frac{\pi R h^2}{3}$ pour une calotte sphérique, et pour une calotte ellip-

soïdale : $v = \frac{1}{3} \pi h^2 \sqrt{RR'}$.

Dans le volume érodé élémentaire, la cote d'un point de la surface limitante étant égale à celle du point correspondant de la surface primitive multipliée par la constante λ , on a :

$$v_e = \lambda v_c = \frac{\lambda}{3} \pi h^2 \sqrt{RR'}.$$

Reste à savoir de quoi dépend λ . Il est d'abord inversement proportionnel à la dureté de la substance considérée comme résistance à l'usure, ainsi que l'ont montré les expériences de M. Janetaz. Il varie dans le même sens que la pression et aussi la vitesse du mouvement de frottement. Les expériences de Daubrée sem-

bleraient même indiquer que ϵ doit contenir le produit $p\nu$. C'est d'ailleurs ce que je supposerai en partie dans la théorie qui va suivre. Mais avant, il faut examiner aussi le cas du roulement.

Soit par exemple une sphère roulant sur un plan suivant une loi quelconque. Comme précédemment, un point u de cette sphère touche le plan suivant une indicatrice circulaire du rayon r correspondant à la flèche h . Mais il n'y a plus striation de la surface de contact par les aspérités d'un corps frottant, il y a simplement creusement de cette surface comme par l'enfoncement d'une pointe. L'effet résultant est cependant comme plus haut une érosion du volume élémentaire commun que l'on peut supposer suivre une loi analogue à celle de l'usure par glissement; il n'y a de changé que les quantités ϵ ou λ qui prennent des valeurs ϵ' et λ' plus petites. Les raisonnements et les formules précédents subsistent donc à condition d'y remplacer ϵ et λ par ϵ' et λ' . On aura en particulier :

$$v'_s = \frac{\lambda'}{3} \pi h^2 R \text{ et } \sigma' = \frac{2}{3} \lambda' h R.$$

La perte de substance quand la sphère aura parcouru une distance L sera le volume d'un cylindre aux génératrices courbes, enroulé sur la surface de la sphère et ayant pour section droite σ' et pour longueur L , soit :

$$V'_s = \sigma' L = \frac{2}{3} \lambda' h r L.$$

Si l'on admet que λ' est proportionnel à p et à une certaine fonction $\varphi(v)$ de la vitesse v , on pourra mettre λ' sous la forme :

$$\lambda' = K' p \varphi(v),$$

d'où :

$$V'_s = \frac{2}{3} K' p \varphi(v) h r L.$$

Si la pression sur le plan résulte uniquement du poids de la sphère, la force pressante est alors :

$$Fp = \frac{3}{4} \pi R^3 \mu,$$

μ étant le poids spécifique de la sphère, supposée homogène; la pression est par définition :

$$p = \frac{Fp}{\text{indicatrice}} = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3 \mu}{\pi r^2} = \frac{4}{3} \frac{R^3}{r^2} \mu,$$

d'où pour V , l'expression :

$$V_s = \frac{2}{3} K' \varphi(v) \frac{4}{3} \frac{R^3}{r^2} \mu h r L = \frac{8}{9} K' \varphi(v) \mu \frac{R^3}{r} h L$$

ou en remplaçant r par $\sqrt{2 h R}$:

$$V_s = \frac{8}{9 \sqrt{2}} K' \varphi(v) \mu R^{\frac{3}{2}} \sqrt{h} L.$$

On voit donc que, pour une rotation uniforme et un même degré de rugosité (h), l'usure d'une sphère est proportionnelle à sa densité, au chemin parcouru et à la puissance $\frac{3}{2}$ du rayon.

On voit de plus qu'elle est proportionnelle à la racine carrée de h ; or, quand on emploie un émeri ou une poudre abrasive, h est lui-même proportionnel au diamètre moyen des grains, donc l'usure par un abrasif est proportionnelle à la racine carrée du diamètre moyen des grains, — fait d'ailleurs confirmé à peu près par la pratique.

J'ai supposé dans le calcul précédent que le mouvement de la sphère était une rotation sans pivotement; mais tel ne sera pas le cas général. Il y aura pivotement toutes les fois que le point de contact décrira sur la sphère une courbe différente d'un grand cercle. De même qu'il existe un coefficient de frottement de pivotement, il y a lieu aussi de définir un coefficient d'usure au pivotement. Soient ϵ , λ , K , ces coefficients. Les travaux de MM. Léauté, Hertz, Lecornu ont montré que l'axe du couple dû au frottement de pivotement est proportionnel au coefficient de glissement, et égal à $\Gamma p = \frac{3}{32} f E N$, N étant la force pressante normale, E le périmètre de la courbe de contact.

Or l'axe du couple de frottement de glissement serait $\Gamma_f = f R N$.
On en déduit :

$$\Gamma_p = \frac{\frac{3}{32} f E N}{f R N} = \frac{3}{32} \frac{E}{R} = \frac{3}{32} \frac{2 \pi r}{R} = \frac{3 \pi R}{16 r},$$

donc ce rapport est indépendant du coefficient de frottement et de la force pressante et ne dépend que des rayons et de la rugosité des sphères en contact.

Il y aurait lieu de vérifier s'il existerait le même rapport entre les coefficients d'usure — comme il est probable ; mais enfin je l'admettrai. L'introduction de ce coefficient complique les choses, car alors il faudrait connaître sur la sphère le lieu du point de contact. On peut cependant encore dire que la formule précédente s'applique à condition d'y remplacer K' par $K' + \omega K_1$, ω étant un coefficient dépendant de la forme et en particulier des courbures de ce lieu et s'annulant quand il devient un grand cercle. D'ailleurs, l'action du pivotement semble faible relativement à celle des autres

frottements.

Si nous considérons maintenant trois sphères en contact roulant sur un plan (fig. 3) [1] d'un mouvement uniforme dirigé dans le sens de la flèche, aux trois points de contact A, B, C il y a à la fois glissement et pivotement. Si j'appelle p , la force pressante

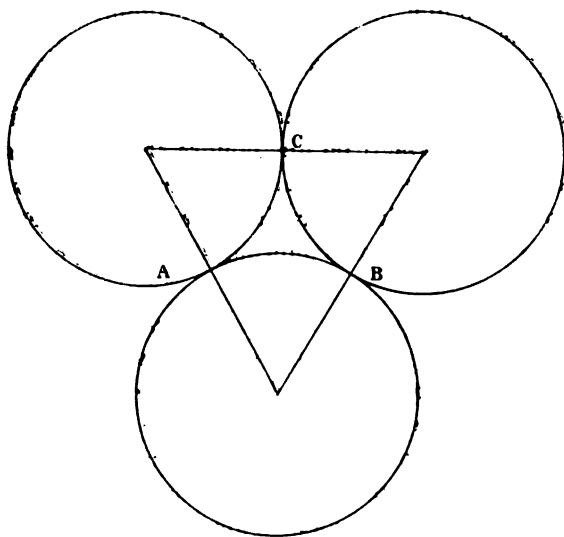


Fig. 3.

normale horizontale qui s'exerce au point A, — nulle dans le cas limite d'un mouvement uniforme sans frottements, — v , la différence

1. Voir, pour l'assimilation des galets à des sphères, J. TROULET, *Ann. des mines*, mai-juin 1884.

des vitesses linéaires des deux sphères en A, $p_2 v_2$, $p_3 v_3$, les quantités analogues pour B et C, l'abrasion d'une sphère résultant de son frottement contre les deux voisines sera donc :

$$V_s = [K + \varpi K_s] [p_1 \varphi(v_1) + p_2 \varphi(v_2) + p_3 \varphi(v_3)].$$

Si v est la vitesse des centres, on a :

$$v_1 = \alpha_1 v, v_2 = \alpha_2 v, v_3 = \alpha_3 v,$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ étant des nombres < 2 dépendant de la position de chacune des sphères par rapport à la direction du déplacement. Les pressions p_1, p_2, p_3 étant destinées simplement à vaincre des frottements, puisque le mouvement est uniforme, sont proportionnelles au poids de chacune des sphères ; on a donc :

$$p_1 = \lambda_1 \frac{4}{3} \pi R^3 \mu.$$

Donc l'abrasion peut se mettre sous la forme :

$$V_s = \frac{4}{3} \pi R^3 \mu (K + \varpi K) [\lambda_1 \varphi(\alpha_1 v) + \lambda_2 \varphi(\alpha_2 v) + \lambda_3 \varphi(\alpha_3 v)].$$

On trouve donc encore une formule analogue à la précédente.

Le développement mathématique de cette théorie sortirait du cadre que je me suis posé, aussi vais-je simplement considérer le cas de quatre sphères dont les centres sont les sommets d'un tétraèdre régulier, puis le cas d'une assise de sphères analogue aux piles de boulets (fig. 4).

Soient donc S_1, S_2, S_3, S_4 ces quatre sphères.

Je suppose pour simplifier que le déplacement ait lieu perpendi-

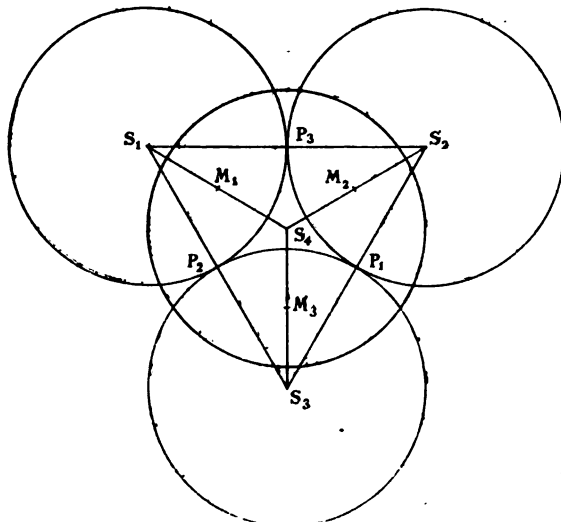


Fig. 4.

culairement à la droite $S_1 S_2$. Les points de contact de S_4 avec chacune des sphères inférieures se projettent en M_1, M_2, M_3 . Les vitesses linéaires de glissement de S_1, S_2, S_3 sont :

$$0, \frac{v\sqrt{3}}{2} \text{ et } v \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

S_4 entraînée par le frottement sur S_1, S_2, S_3 prend un mouvement de rotation d'une vitesse u ; la vitesse du glissement au point de contact P_1 sera donc : $v \frac{\sqrt{3}}{2} - u$, et l'usure résultante sera la même, quel qu'en soit le signe; elle sera la même en P_2 et en P_3 : $u + v$.

Chacune des sphères inférieures exerce sur le plan une force pressante égale aux $\frac{4}{3}$ de son poids, donc subit de ce fait une ablation égale à $\frac{4}{3} V_*$ (en appelant V_* l'ablation par roulement correspondant à l'ablation V_* par glissement). Elle subit en outre, par suite du glissement contre ses voisines, de la part de la sphère arrière S_3 : $2 \frac{\sqrt{3}}{2} V_*$; de plus, du fait de la bille supérieure, une ablation par glissement $\frac{1}{3} V_* \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u}{v} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$, et de la sphère arrière S_3 : $\frac{1}{3} V_* \left(1 + \frac{u}{v} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$. Quant à la sphère supérieure, elle subira de la part de S_1 et de S_2 : $\frac{1}{3} V_* \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u}{v} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$, et de la part de S_3 : $V_* \left(1 + \frac{u}{v} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$.

Si on suppose maintenant une sphère faisant partie d'une pile de boulets, mais n'ayant qu'une seule assise au-dessus d'elle, elle subira de la part de chacune des trois sphères qui la surmontent une pression verticale de $\frac{P}{3}$; par suite, agira sur les sphères inférieures comme une bille unique de poids double. Son usure de ce fait sera donc :

$$2 \left[\frac{2}{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u}{v} \right) + \frac{1}{3} \left(1 + \frac{u}{v} \right) \right] V_* \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}.$$

Quant à son usure par les sphères supérieures, elle sera, si j'appelle u' la vitesse linéaire de rotation de ces sphères :

$$\left[\frac{2}{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{u'}{u} \right) + \frac{1}{3} \left(1 + \frac{u'}{u} \right) \right] V_s \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}.$$

Il faut encore y ajouter l'ablation par glissement contre les sphères voisines, proportionnelle aux pressions latérales : $4 V_s \frac{\sqrt{3}}{2}$.

L'ablation totale sera donc :

$$2 \left(\frac{\sqrt{3} + 1}{3} - \frac{1}{3} \frac{u}{v} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} V_s + 2 \sqrt{3} V_s + \left(\frac{\sqrt{3} + 1}{3} - \frac{1}{3} \frac{u'}{u} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} V_s,$$

ou, en posant : $V_s = \Phi V_s$:

$$\left[(1 + \sqrt{3}) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \left(2 \frac{u}{v} + \frac{u'}{u} \right) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} + 2 \sqrt{3} \Phi \right] V_s.$$

J'ai négligé dans cette expression l'usure par pivotement, très faible devant celle due au glissement, surtout pour des sphères assez polies.

On pourra donc appliquer à ce cas les raisonnements et les formules relatifs à une seule sphère sur un plan, à condition de connaître la loi de variation des vitesses au contact et de multiplier la pression par $\frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}}$. Si, en particulier, on suppose $v = u = u'$,

on remarquera que le rayon de la courbe de contact de deux sphères égales est $r = \sqrt{R\bar{h}}$, au lieu de $\sqrt{2R\bar{h}}$, comme pour une sphère avec un plan. On prendra donc pour V_s la formule :

$V_s = \frac{8}{9} R \mu \varphi(v) R^{\frac{5}{2}} \sqrt{\bar{h}} L \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}}$ et l'ablation totale produite dans le parcours L sera :

$$\alpha_{tot} = (\sqrt{3} + 2 \sqrt{3} \Phi) \frac{8}{9} K \mu \varphi(v) R^{\frac{3}{2}} \sqrt{\bar{h}} L \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}}.$$

Elle rentrera donc dans la même formule que V_s en y remplaçant le coefficient K par $(\sqrt{3} + 2 \sqrt{3} \Phi) \times \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}} K = \frac{1 + 2\Phi}{\sqrt{2}} K = A$,

d'où :

$$\alpha_i = A \mu \varphi(v) R^{\frac{5}{2}} \sqrt{hL}.$$

Si maintenant on considère une sphère ayant au-dessus d'elle α assises, les pressions qu'elle exerce sur les sphères inférieures sont ce qu'elles seraient pour une seule assise, mais multipliées par $\alpha + 1$. L'abrasion totale devient donc :

$$\left[(2\alpha + 1)(1 + \sqrt{3}) - (\alpha + 1)\frac{u}{v} - \alpha \frac{u'}{u} \right] \frac{\sqrt{3}}{3\sqrt{2}} V_i + 2\sqrt{3} V_i.$$

Les pressions latérales devant aussi augmenter proportionnellement au nombre des assises, on peut encore poser :

$$V_{i,\alpha} = \alpha V_i = \alpha \Phi V_i.$$

On a donc encore même formule en multipliant l'ablation d'une seule assise par $\frac{\alpha + 1}{3}$:

$$\alpha_s = \frac{\alpha + 1}{3} \alpha.$$

On sait d'ailleurs qu'une portion d'un tel système dont les dimensions seraient d'ordre supérieur à celles d'une des billes se comporte comme un fluide incompressible soumis à des frottements. Si d'ailleurs on se place souvent à ce point de vue pour appliquer à un fluide les formules de la dynamique des systèmes, réciproquement, on pourrait appliquer à un tel système des résultats relatifs à l'hydrostatique et à l'hydrodynamique.

On a en particulier, si $(x y z)$ sont les coordonnées du centre d'une des sphères, la relation : $\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{1}{\mu} \frac{dp}{dx} = X$, en négligeant la viscosité⁽¹⁾; de même pour y et z , où $\frac{d^2x}{dt^2}$ est la composante de l'accélération sur $x'x$, X celle de la force et p la pression au voisinage de la sphère ou force pressante par unité de surface. Cette pression est la même dans toutes les directions, en suppo-

1. En réalité, surtout dans le cas d'un fluide complexe renfermant des galets frottants, la viscosité aurait une certaine importance, et les équations de Navier et Boussinesq rendraient mieux compte des faits.

sant un fluide parfait; elle est proportionnelle à la pression aux contacts que j'ai introduite dans les formules précédentes. On peut calculer le rapport de proportionnalité de la façon suivante. La pression, étant indépendante de la direction, peut être considérée comme verticale. Or, si l'on suppose le système au repos et que l'on considère l'assise de rang $\alpha + 1$ à partir du haut, le grand cercle horizontal de chaque sphère de cette assise supporte une force pressante de $\frac{P}{2} + \alpha P$, P étant le poids d'une des sphères. Cette force est répartie sur une surface que je peux considérer comme égale à l'hexagone régulier circonscrit à ce grand cercle, soit $2\sqrt{3} R^2$. On a donc :

$$p = \frac{\frac{P}{2} + \alpha P}{2\sqrt{3} R^2}.$$

Or la hauteur au-dessus de la surface libre est :

$$\left(\frac{1}{2} + \alpha\right) \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} R = z.$$

Si ρ est la densité moyenne du fluide, la pression est égale à ρz . Or on a :

$$P = \frac{4}{3} \pi R^3 \mu.$$

Égalant alors les deux valeurs de p , on en déduit la densité moyenne : $\rho = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \mu$, si toutefois on néglige la densité du fluide

compris entre les sphères. Sinon, si on appelle ν la densité de ce fluide, la densité moyenne du système est augmentée. Si les vides n'existaient pas, l'unité de volume pèserait μ , or sa masse est $\rho \alpha \mu$, donc celle du vide relatif à l'unité de volume est : $\frac{\mu - \rho}{\mu}$.

Il en résulte, du fait de la densité ν , une augmentation de poids de l'unité de volume de $\frac{\mu - \rho}{\mu} \nu$. Donc, la densité résultante sera :

$$\rho + \frac{\mu - \rho}{\mu} \nu = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \mu + \left(1 + \frac{\pi}{3\sqrt{2}}\right) \nu.$$

Il résulte de là que la pression hydrostatique en fonction de la profondeur sera :

$$p = \left[\frac{\pi}{3\sqrt{2}} \mu + \left(1 + \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \right) \nu \right] z,$$

c'est-à-dire le poids d'un cylindre d'eau ayant pour hauteur cette valeur et pour base l'unité de surface.

Je vais chercher une relation entre cette pression et les pressions aux contacts des sphères entre elles. La force pressante $2\sqrt{3} R^2 p$ est répartie sur les trois surfaces de contact de la sphère avec celles de l'assise supérieure. Soit p' la pression sur l'une quelconque de ces courbes de contact, S l'aire de cette courbe. La force pressante est $p' S$, on a donc :

$$3 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} p' S = 2\sqrt{3} R^2 p,$$

d'où :

$$\frac{p'}{p} = \sqrt{2} \frac{R^2}{S} p$$

ou, comme $S = \pi R h$:

$$p' = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{R}{h} p.$$

Quant aux pressions latérales au contact entre les sphères d'une même assise, elles sont nulles à l'état de repos.

Les résultats relatifs à l'hydrodynamique doivent parfois subir une interprétation particulière quand on les applique aux pressions au contact. Si par exemple on suppose un déplacement horizontal d'un système où il n'existe d'autres forces que celle due à la pesanteur, les équations de l'hydrodynamique donneront :

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{1}{\varrho} \frac{dp}{dx} = 0, \quad \frac{d^2y}{dt^2} - \frac{1}{\varrho} \frac{dp}{dy} = 0, \quad -\frac{1}{\varrho} \frac{dp}{dz} = g.$$

On en déduit :

$$\frac{dp}{dx} = \varrho \frac{d^2x}{dt^2}, \quad \frac{dp}{dy} = \varrho \frac{d^2y}{dt^2},$$

donc la pression subit du fait du mouvement une augmentation de :

$$dp = \frac{dp}{dx} dx + \frac{dp}{dy} dy = \varrho (\gamma_x dx + \gamma_y dy).$$

Cette augmentation de pression devrait avoir lieu en tous sens au voisinage de la sphère ; or elle se répartira sur les contacts situés dans le sens et dans la direction de l'accélération γ plutôt que latéralement. Si on considère le plan passant par le centre de la sphère et perpendiculaire à cette accélération, seuls les points de contact en avant de ce plan seront affectés. On pourra calculer ces pressions au contact de la manière suivante : on décomposera dp en vecteurs parallèles à dp appliqués à chaque point de contact. Soit $d\varpi_k$ l'un quelconque de ces vecteurs, soit α_k l'angle qu'il fait avec le rayon du point de contact : il peut se décomposer en deux, dirigés, l'un $d\varpi_k \cos \alpha_k$ suivant le rayon, l'autre $d\varpi_k \sin \alpha_k$ dans le plan tangent. On a alors l'égalité géométrique :

$$(dp) = \sum [(d\varpi_k \cos \alpha_k) + (d\varpi_k \sin \alpha_k)].$$

La composante tangentielle tend à provoquer le glissement de la sphère contre les voisines : elle aura donc simplement pour effet de modifier la vitesse linéaire de glissement ; par suite, dans un calcul d'ablation, elle n'influe que sur la valeur de v ou de u et non sur les pressions normales au contact. On en déduit donc : $\sum (d\varpi_k \cos \alpha_k) = \sum (\text{pressions au contact}) = (dp) - (\sum d\varpi_k \sin \alpha_k)$. Et dans le cas où les vitesses de glissement resteraient constantes on aurait alors : $\sum (d\varpi_k \sin \alpha_k) = 0$, par suite :

$$(dp) = \sum (d\varpi_k \cos \alpha_k),$$

Comme cas particulier, supposons dp parallèle à un des rayons de l'hexagone et horizontal. Il y a deux dispositions possibles des rangées de sphères : ou il peut y avoir deux centres sur la verticale d'un même sommet, ou un seul. Dans le deuxième cas, il n'y a que trois points de contact qui entrent en jeu ; la somme des moments des vecteurs $d\varpi$ par rapport au plan horizontal devant être nulle, il s'ensuit que seuls les deux vecteurs $d\varpi$ dans le plan horizontal ne seront pas nuls.

On a donc : $dp = \sum d\varpi$, donc $d\varpi = d\varpi_2 = \frac{1}{2} dp$, par suite :

$$d\varpi_1 \cos \alpha_1 = \frac{1}{2} dp \cos 30^\circ = dp \frac{\sqrt{3}}{4}$$

et :

$$d\varpi, \sin \alpha, = \frac{1}{2} dp \sin 30^\circ = \frac{1}{2} dp.$$

Donc, l'augmentation de pression dp donnera aux points de contact des forces $\frac{1}{4} dp$ qui provoqueront ou modifieront les glissements, ou seront équilibrées par le frottement au démarrage si elles sont assez faibles et si le mouvement du système est une translation en masse, et des forces normales égales à $dp \frac{\sqrt{3}}{4}$.

Quelle est la pression normale au contact qui correspond à cette force ? Soit N cette pression. Si S est l'aire de la courbe de contact, la force pressante normale est $F_n = NS$. Soit F_t la force tangentielle, les deux forces $2 F_n$ et $2 F_t$ ont pour résultante la force pressante moyenne que déterminerait sur l'hexagone d'aire $2\sqrt{3} R^2$ la pression dp ; on a donc l'égalité géométrique :

$$\begin{aligned} 2(F_n) + 2(F_t) &= 2\sqrt{3} R^2 (dp) \\ &= 2\sqrt{3} R^2 [(2 d\varpi, \cos \alpha,) + (d\varpi, \sin \alpha,)] \\ &= \left[\left(2 dp \frac{\sqrt{3}}{4} \right) + \left(2 \frac{dp}{4} \right) \right] 2\sqrt{3} R^2. \end{aligned}$$

On en déduit l'égalité algébrique :

$$F_n = NS = 2\sqrt{3} R^2 dp \frac{\sqrt{3}}{4}, \text{ d'où : } N = \frac{3 R^2}{2 S} dp = \frac{3 R}{2\pi h} dp.$$

Telle est la force pressante normale au contact que déterminerait la variation de pression dp . On voit donc que plus le corps rond est poli (h petit), plus elle est grande.

On étudierait de la même façon les autres cas ; mais le développement de cette théorie nous entraînerait trop loin. Elle montre bien cependant que la principale cause des pressions horizontales entre billes d'une même assise réside dans les variations de la vitesse de translation des centres, par suite dans les à-coups dans le mouvement général.

On voit de plus que la pression, par suite l'usure va en augmentant avec la profondeur. Si l'on admet en outre la loi de Daubrée que l'usure est proportionnelle au produit $p\nu$, on voit qu'elle sera

constante en tous les points de la masse si la vitesse décroît proportionnellement à la profondeur.

On voit de plus que si on suppose cette loi, l'abrasion est proportionnelle au travail des frottements.

Soit en effet f le coefficient de frottement de la substance, p la force pressante normale; si l'on suppose le corps réduit à un point (son centre de gravité), la force nécessaire pour entretenir son mouvement de vitesse v est : $F = fvp$. Si donc L est le chemin parcouru, le travail effectué est : $T = \int_0^L F dL = \int_0^L fvp dL = A f d\alpha = A \alpha_{\text{tot}}$.

Il résulte de là que le travail nécessaire pour produire une usure donnée est constant, et qu'on pourrait définir un coefficient d'usure comme un travail.

On a encore le théorème suivant :

Si l'on suppose l'usure d'un solide, c'est-à-dire l'abrasion en un point de la surface proportionnelle à la pression, la perte de matière ne dépend ni de la surface élémentaire usée ni de la pression, mais seulement de la force pressante. Si cette force pressante est constante, elle lui est proportionnelle.

Soit M un point de la surface frottée, un élément de surface dS entourant ce point, p la pression normale (fig. 5), ϵ la hauteur d'abrasion comptée sur la normale MN . On peut supposer l'élément dS assez petit pour que ϵ reste constant à son intérieur; par suite le volume élémentaire abrasé est :

$$dV = \epsilon dS.$$

Or, par hypothèse $\epsilon = Ep$, E étant une constante; on en déduit :

$$dV = Ep dS = E dF_p,$$

dF_p étant la force pressante sur l'élément dS .

Il résulte de là que le volume total abrasé sera :

$$V = \int_S dV = \int_S E dF_p = E \int_S dF_p = EF_p.$$

Le coefficient E homogène à une longueur est la flèche d'abrasion pour une pression égale à l'unité.

Cette loi, comme par exemple les lois des frottements, n'est que

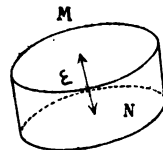


Fig. 5.

grossièrement approchée, surtout quand les surfaces sont très courbées. D'autant plus qu'on a affaire ici à un frottement médiateur n'obéissant pas à la loi de Coulomb. On verra plus loin qu'elle se vérifie d'une façon assez satisfaisante pour des courbes de contact ayant une surface voisine de 40 à 50 millimètres carrés. Elle se vérifie d'ailleurs beaucoup mieux pour les corps durs usés par des corps plus tendres, et gardant par suite toujours à peu près le même poli, que pour les corps tendres.

Conditions intérieures et extérieures d'abrasion. — De même que dans un système mécanique on considère des forces intérieures et des forces extérieures, on peut, pour un solide mobile au contact d'autres, considérer des conditions intérieures et des conditions extérieures d'abrasion.

Les conditions intérieures sont : la dureté, la masse spécifique, la rugosité (h). Il y a d'ailleurs lieu de distinguer des conditions générales : la masse totale, la dureté si le corps est homogène, et des conditions particulières à chaque point. Ces conditions intérieures d'abrasion en un point sont : la dureté, la rugosité et l'indicatrice de la surface en ce point correspondant à la flèche h , et par suite, les rayons de courbure principaux de la surface en ce point.

Les conditions extérieures sont : d'abord la nature du fluide qui peut baigner le corps et celle des autres corps qui peuvent être en contact avec lui. Il y a aussi lieu de considérer des conditions extérieures générales et des conditions particulières à chaque point.

Les conditions générales sont celles relatives au fluide, puis celles relatives aux différents corps en contact ou pouvant venir en contact, leur dureté, leurs rugosités, leurs masses, leur répartition, les lois de leurs mouvements. En particulier, leurs formes et leurs dimensions, la pression du fluide, les forces pressantes au contact des autres solides. Il y a des conditions particulières ou accidentelles et des conditions moyennes. Ainsi par exemple les conditions extérieures moyennes pour un galet mobile à une profondeur variant de 0 à z , dans une masse composée de τ_1 % de galets d'une substance A_1 , d'un volume compris entre V_1 et V'_1 et de τ_2 % d'une substance A_2 , d'un volume compris entre V_2 et V'_2 seront de frotter avec une vitesse moyenne de glis-

sement V_m à une profondeur moyenne $\frac{\varepsilon}{2}$ avec $\frac{\tau_1}{100}$ G galets de A_1 d'un volume moyen u_1 , G exprimant le nombre moyen de galets pouvant être à la fois en contact avec le galet considéré, et aussi $\frac{\tau_2}{100}$ G de A_2 d'un volume moyen u_2 .

Quant aux conditions extérieures en un point, elles seront celles relatives au fluide en ce point ; à la dureté, à la rugosité et à la courbure, à la pression au contact, aux vitesses de glissement, roulement ou pivotement, d'un corps pouvant venir éventuellement en contact en ce point. D'ailleurs, les conditions extérieures générales ne sont que des conditions moyennes entre les conditions en un point.

On dit que dans un système les conditions d'abrasion sont uniformes quand les conditions moyennes intérieures et extérieures sont constantes en tous les points de ce système. Ces deux groupes de conditions peuvent d'ailleurs être uniformes séparément.

Soit alors un corps soumis à des conditions extérieures d'abrasion uniformes, — ΔV le volume enlevé en parcourant un chemin L . Le volume — ΔV se répartit sur toute la surface ; soit alors — dV le volume abrasé en un point : je peux le considérer comme un cylindre normal à la surface et ayant pour section droite l'élément dS , et pour hauteur la hauteur ε d'abrasion au point M . La hauteur ε peut donc être prise comme mesure de l'abrasion au point M . Pour construire le solide résultant du premier après usure, il suffit de porter sur la normale MN et vers l'intérieur une longueur $MP = \varepsilon$: le lieu du point P est la surface cherchée (fig. 6).

On voit que si les conditions intérieures étaient uniformes, la surface après usure serait une surface parallèle à la surface initiale.

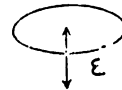


Fig. 6.

Il en est ainsi par exemple pour une sphère homogène et uniformément polie : elle reste une sphère.

A ce propos, on peut se demander quelle est la loi de variation de son rayon. Soit p la pression moyenne en un point, v la vitesse de glissement moyenne, — dV le volume perdu pendant le chemin dL . On a :

$$-dV = A p v \sqrt{h} dL.$$

Si la sphère roule avec une vitesse constante dans une région à pression constante p , et si son poli reste constant, le coefficient de dL est constant. Or on a :

$$-\Delta V = A p v \sqrt{h} L = \frac{4}{3} \pi [R_0^3 - R^3],$$

d'où :

$$R = R_0 - \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} A p v \sqrt{h} L}.$$

Le volume serait donc nul, c'est-à-dire la sphère réduite en poussière au bout d'un parcours de $L = \frac{4}{3} \pi R_0^3 \frac{1}{A p v \sqrt{h}}$.

En réalité, ces conditions théoriques seront très rarement satisfaites. Si par exemple on suppose une sphère glissant ou roulant sur un plan uniformément poli, la pression résulte alors uniquement du poids de la sphère de densité μ et on a :

$$-dV = B \mu v \sqrt{h} R^{\frac{5}{2}} dL,$$

ou :

$$-4 \pi R^2 dR = B \mu v \sqrt{h} R^{\frac{5}{2}} dL,$$

ou :

$$-4 \pi \frac{dR}{R^{\frac{1}{2}}} = B \mu v \sqrt{h} dL,$$

$$8 \pi (\sqrt{R_0} - \sqrt{R}) = B \mu v \sqrt{h} L;$$

d'où :

$$\sqrt{R} = \sqrt{R_0} - \frac{B}{8\pi} \mu v \sqrt{h} L.$$

On en déduit donc pour R une variation parabolique :

$$R = R_0 - \frac{B}{4\pi} \mu v \sqrt{h} \sqrt{R_0} L + \frac{B^2}{64\pi^2} \mu^2 v^2 h L^2.$$

Cette fonction décroît jusqu'à un minimum atteint pour $L = \frac{8\pi \sqrt{R_0}}{B \mu v \sqrt{h}}$, ce qui correspond à $R=0$; donc le rayon décroît jus-

qu'à 0; mais au-dessous d'une certaine taille ses variations sont très lentes.

Si maintenant on supposait h proportionnel à R : $h = \lambda R$, c'est-à-dire que le poli augmente quand le rayon diminue (proportionnellement à $\frac{1}{R}$), on obtiendrait, en intégrant, la loi exponentielle :

$R = R_0 e^{-\frac{B_p v \sqrt{\lambda}}{4\pi} L}$, ce qui montre que le rayon diminuerait indéfiniment, mais ne deviendrait nul qu'au bout d'un parcours infini.

En réalité, quelle que soit la loi de décroissance, quand des galets sont usés par entraînement dans un courant, le rayon ne diminue jamais jusqu'à zéro; une limite est imposée, comme on sait depuis longtemps, par ce fait que quand la taille devient trop petite, le courant soulève le grain de sable; celui-ci alors ne frotte plus et cesse de s'user. Par suite, le minimum imposé ne l'est pas par la loi d'usure, mais par la vitesse du courant. S'il décroît encore, ce sera par dissolution dans le liquide. Tout autres sont les conditions extérieures pour des corps pris entre deux surfaces solides frottant l'une contre l'autre, comme par exemple les galets serrés entre une surface rocheuse et un glacier. C'est ce qui explique d'ailleurs la formation de boues glaciaires par les matériaux les plus durs au bout d'un nombre parfois restreint de kilomètres.

Soit maintenant un corps non sphérique soumis à des conditions extérieures d'abrasion uniformes. Je suppose d'abord qu'il ait un poli et une dureté uniformes. On peut alors le considérer comme usé par un plan frottant uniformément et employer la formule d'usure sur un plan, à condition d'y remplacer le coefficient K par un coefficient moyen relatif aux conditions extérieures données. L'abrasion élémentaire — dV au voisinage du point M est, comme on l'a vu plus haut, proportionnelle au volume élémentaire commun en M au solide et au plan frottant. Elle peut donc s'exprimer par : $-dV = \frac{\pi}{3} \lambda h^2 \sqrt{RR'} dL$, λ étant ce coefficient moyen, R et R' les rayons de courbure principaux. Or on a admis que $\lambda = A p v$, A étant constant. F_p étant la force pressante moyenne : $p = \frac{F_p}{dS} = \frac{F_p}{\pi \sqrt{RR'} h}$. Si les conditions extérieures sont uniformes, F_p est constant, mais la formule subsiste quand

même. Quand il n'en est pas ainsi, F_p est alors la force pressante moyenne au point M quand des corps extérieurs viennent à son contact pendant le parcours dL .

On déduit de là : $-dV = \frac{A}{3} F_p v h dL$. Si on appelle maintenant ϵ la hauteur d'abrasion MP au point M, ϵ n'est autre que la hauteur du cylindre normal à S et équivalent à $-dV$, par suite :

$$\epsilon = \frac{-dV}{dS} = \frac{A}{3\pi} F_p v \frac{dL}{\sqrt{RR}}, \text{ d'où le théorème suivant :}$$

La hauteur d'abrasion en un point d'une surface convexe soumise à des conditions extérieures d'abrasion uniformes est proportionnelle à la force pressante moyenne, à la vitesse moyenne et inversement proportionnelle à la racine carrée du produit des rayons de courbure principaux.

Lorsqu'un des rayons de courbure s'annule, ce qui a lieu dans le cas d'une arête ou d'une pointe, on voit que pour que ϵ reste fini il faut que dL soit infiniment petit. Il résulte de là qu'une arête ou une pointe, si elle a existé au début, ne peut subsister et doit être abattue au bout d'un parcours infiniment petit par rapport à celui qui serait nécessaire pour provoquer une diminution de volume appréciable d'un solide arrondi. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire pour cela que les conditions extérieures soient uniformes, il suffit simplement qu'elles soient continues. De plus on voit encore qu'une arête sera abattue d'autant plus vite que sa ligne de faite convexe sera plus courbée.

L'équation précédente montre en outre que pour que la hauteur d'abrasion soit constante, il faut et il suffit que le produit des rayons de courbure principaux de la surface soit constant.

Il en résulte encore que, sauf dans des cas particuliers, tout solide aplati doit tendre à s'arrondir. Quand le solide est un galet de schiste, les raisonnements précédents ne s'appliquent plus, car la dureté est parfois, comme l'ont montré des expériences de M. Jannetaz, beaucoup moindre dans une direction parallèle aux feuillets que suivant la perpendiculaire. En raison de ce fait, le galet tendrait alors à s'aplatir : ces deux actions se contre-balaient donc souvent.

On voit par là l'extrême complexité de ces questions, d'autant plus que, quand on passe à l'application physique, il entre en jeu

des dissolutions des surfaces, par le liquide baignant, et des actions chimiques qui décomposent certains éléments des solides et en diminuent d'une façon parfois très irrégulière la dureté spécifique. On peut citer à ce propos le cas des roches feldspathiques, granits, gneiss et principalement granulites qui, à égalité de dureté initiale, disparaissent beaucoup plus rapidement que les roches quartzeuses, par kaolinisation des feldspaths. En raison de ces faits, il peut y avoir parfois de grands écarts entre une théorie obligée nécessairement de schématiser les faits, si complète soit-elle, et la réalité. Aussi, dans les pages précédentes, je n'ai pas eu la prétention d'esquisser même une théorie mathématique de l'usure des solides courbes; mais plutôt de préciser certains faits.

Il en résulte cependant cette conséquence, c'est que si l'on ne considère que des corps à peu près homogènes, de forme régulière, on pourra se rendre compte approximativement dans bien des cas des conditions d'abrasion. Or on a vu à propos du problème des sphères que si l'on ne considère que des vitesses de glissement moyennes et des pressions moyennes (par exemple la pression hydrodynamique ou hydrostatique en un point de la masse dont fait partie le galet au voisinage du solide), son abrasion est représentée par la même formule que l'abrasion d'une sphère glissant sur un plan, à condition de multiplier le coefficient d'usure par une constante dépendant uniquement du nombre, de la position et des dimensions des corps frottants. Il en résulte cette conséquence, c'est que pour étudier l'usure relative de deux galets de même forme extérieure, de même masse spécifique et de même rugosité dans des conditions extérieures données, et d'ailleurs quelconques, il suffira de comparer leurs résistances à l'usure par exemple sur un même plan ou dans toutes autres conditions identiques. Et même dans le cas où h , c'est-à-dire la rugosité, n'entrerait dans les formules que par le seul facteur h^r ($r = \frac{1}{2}$ dans les formules précédentes), on aurait, en appelant $-\Delta V_1$ l'usure kilométrique du premier dans les conditions extérieures considérées, $-\Delta V_2$ celle du second dans les mêmes conditions, $-\Delta V'_1$ et $-\Delta V'_2$ les usures kilométriques sur une plaque avec un même émeri, les relations :

$$-\Delta V_1 = A_1 h_1^r \qquad -\Delta V_2 = A_2 h_2^r$$

et sur plaque :

$$-\Delta V_1 = A_1' h_1'^r \qquad -\Delta V_2 = A_2' h_2'^r.$$

Si les grains d'abrasif ont un diamètre supérieur à h_1, h_2, h_1', h_2' , les quantités h ne dépendront guère, comme on l'a vu page 202, que de qualités spécifiques de la matière des solides frottés, et

on pourra poser : $\frac{h_1}{h_2} = \frac{h_1'}{h_2'} = \varphi^m$. On en déduit :

$\frac{-\Delta V_2}{-\Delta V_1} = \frac{A_1}{A_2} \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^r = \frac{A_1'}{A_2'} \left(\frac{h_1'}{h_2'}\right)^r$ d'où : $\frac{A_1}{A_2} = \frac{A_1'}{A_2'}$, donc les quantités h n'entrent plus dans le rapport.

On pourra donc, dans une étude expérimentale, au lieu d'employer le cylindre de Daubrée qui n'a lui-même donné que des résultats peu concordants, la perte de poids des galets de granit ayant varié comme de 1 à 4, procéder d'une façon plus simple, plus expéditive et qui donne en même temps des résultats plus précis relativement au phénomène physique de l'usure en lui-même. L'usomètre de M. Jannetaz et le dispositif employé par Exner seraient à ce sujet d'excellents appareils. Leur grave défaut dans l'espèce est de sacrifier la rapidité à la précision : excellents pour des recherches précises de minéralogie sur l'usure d'un cristal ou d'un verre bien définis, leur précision devient illusoire quand il s'agit de roches dont le coefficient d'usure en un point peut varier dans des limites étendues. Un grand nombre d'expériences rapides, bien que peu précises, et dont on prendra la moyenne me semblent dans l'espèce préférables à quelques expériences précises mais en petit nombre. C'est l'idée qui m'a guidé dans l'étude qui suit.

Détermination de l'usure de galets de différentes roches (galets du grès vosgien). — Les vérifications les plus importantes à faire étaient les suivantes :

1° Variations des abrasions en fonction des forces pressantes, puis en fonction des pressions en un point de la surface élémentaire frottante ;

2° Influence du coefficient h (rugosité — proportionnel aussi au diamètre moyen des grains d'abrasif quand on emploie une poudre usante) ;

3° Influence sur l'abrasion de la grandeur de la surface en

contact — tantôt l'indicatrice de la surface du galet quand celui-ci est encore rond, tantôt surface d'usure plane ou presque plane. — Influence aussi, dans le premier cas, des rayons de courbure principaux de l'indicatrice ;

4° Détermination des usures relatives de galets des différentes roches.

Les deux dernières séries d'expériences ont seules été abordées dans ce travail, car c'étaient celles qui présentaient surtout de l'intérêt au point de vue des applications à la géologie.

Une première série d'expériences a été organisée de la manière suivante. Le galet était pris entre les mâchoires d'un étau fixé à une barre mobile autour de son extrémité, et pouvant frotter sur une meule verticale en grès bigarré, à l'extrémité du diamètre vertical de cette meule.

Le développement de la meule mesuré à la corde fut trouvé égal à 1^m,20.

La force pressante fut évaluée au moyen d'une balance romaine reposant sur le sol et sur le plateau de laquelle appuyait une barre de poids connu prise entre les mâchoires de l'étau. Elle fut ainsi trouvée pour toute cette série égale à 3^k,250. Le poids des galets dépassant à peine 10 grammes fut toujours négligé par la suite devant cette valeur.

La vitesse de rotation fut évaluée en opérant d'abord d'un mouvement à peu près uniforme et en comptant le temps employé pour cent tours. D'ailleurs, quand elle atteignait seulement un demi-tour par seconde, elle provoquait déjà des soubresauts du galet sur les inégalités de la surface de la meule. Elle a donc dû être réduite et, à ces faibles valeurs, ne semble guère avoir d'influence. On n'en a donc pas tenu compte dans cette première série d'expériences ; elle a cependant peu varié.

Une indicatrice de la surface du galet au point d'abrasion projetée fut obtenue en appuyant ce galet en ce point avec une force connue (4 ou 6 kilogr.) sur une feuille de papier quadrillé au millimètre, recouvert d'un papier gras bleu à décalque ; le tout sur le plateau d'une balance romaine donnant la force pressante. La surface ainsi obtenue est l'indicatrice du galet au point de contact, correspondant à la flèche de refoulement du papier déterminée par la pression de 4 ou 6 kilogr. Le contour de cette surface présente parfois des dentelures capables de nuire à une

bonne détermination. Pour cette raison, on a fait trois ou quatre opérations pour une même indicatrice et on a pris les moyennes. Il est pourtant à remarquer que les résultats extrêmes différaient à peine d'un dixième de millimètre carré. L'évaluation d'une aire aussi petite (de 3 à 11 millimètres carrés) d'une courbe fermée, parfois irrégulière, n'était guère pratique au planimètre. Pour des mesures de précision, le procédé des pesées s'imposait. Cependant, comme la suite des opérations a montré que l'indicatrice n'avait pas une influence très grande et que les irrégularités de la meule et l'incertitude sur h augmentaient beaucoup l'erreur probable, on s'est contenté du procédé suivant, capable d'ailleurs de donner avec un peu d'habitude une approximation du dixième de 1 millimètre carré. Ce procédé a du reste été aussi employé en plus grand à la mesure des surfaces d'abrasion.

Toutes les indicatrices ont jusqu'ici toujours été très voisines d'ellipses ayant de 2 à 3 millimètres de grand axe. Les surfaces d'abrasion ont aussi été assez régulières; de sorte que si on considère la portion du contour d'une de ces surfaces comprise à l'intérieur d'un carré de 1 millimètre, cette portion diffère peu d'une droite. Si alors on construit par exemple avec 1 centimètre carré les différentes figures formées par une droite qui le partage en deux parties équivalentes chacune à $0,5 \text{ cm}^2$, puis les figures formées par une droite et par des courbes à grand rayon qui laissent $0,6 \text{ cm}^2$ d'un côté et $0,4$ de l'autre, et ainsi de suite, on arrivera en réduisant au dixième à évaluer à l'œil combien, dans 1 millimètre carré écorné par le contour, il faut rapporter de dixièmes à l'aire cherchée. On n'aura donc plus qu'à compter le nombre de millimètres carrés contenus chacun en totalité dans l'aire, puis à ajouter à ce nombre les dixièmes provenant des carrés écornés. Deux évaluations d'une même surface avec ce procédé ont rarement donné des résultats différant de plus du dixième de 1 millimètre carré. Ce procédé en somme équivaut à la méthode des trapèzes employée en géométrie. Il est cependant plus rapide et plus précis, au moins pour de fortes courbures, un œil exercé pouvant évaluer une fraction de millimètre carré limitée par un arc de courbe, avec une erreur moindre que la différence entre cette aire et celle du trapèze ayant pour côté la corde de cet arc.

Les pesées devant être nombreuses et les expériences ne com-

portant pas une très grande précision, l'emploi d'une balance de précision eût été illusoire, et fastidieux par suite de la lenteur de chaque opération. Elles furent donc faites avec un petit trébuchet pouvant peser 20 grammes à 1 milligramme près.

Cette première série d'expériences a dû malheureusement être interrompue par suite de l'usure irrégulière de la meule. Un galet de quartz creuse dans le grès, beaucoup moins dur, un sillon qui dégénère bientôt en une suite de creux et de bosses allant toujours en s'accroissant. Les expériences n'ont pu porter que sur trois galets : un de quartzite noir de densité 2,76 et deux autres de quartz filonien blanc, de densités 2,659 et 2,614. Les surfaces d'usure n'ont jamais pu être obtenues planes au delà d'une certaine dimension : elles furent toujours des surfaces courbes à faible courbure raccordées par des arêtes vives à la surface du galet. Par suite ces essais exigeaient d'autres séries d'expériences.

Il y avait lieu d'abord d'essayer de vérifier le théorème que, le poli de la surface d'usure restant constant, la masse de matière abrasée est proportionnelle au chemin parcouru et à la force pressante. Pour avoir un poli assez constant, je me suis adressé au quartz filonien, qui conserve un certain poli même avec de l'émeri gros ; les résultats obtenus ont montré que quand la courbe d'usure acquiert une aire suffisante, le volume abrasé est constant ; mais qu'avant, c'est-à-dire quand la courbure moyenne de cette surface est supérieure à un certain minimum, l'abrasion est plus forte. Les principaux de ces résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Force pressante : $P = 3,250$ grammes.

Poids du galet au début : $p = 10,598$ grammes ; $d = 2,614$.

Volume initial : $V = 4,05$ cm³.

TABLEAU

NOMBRE de tours <i>n</i>	PARCOURS L	SECTION de la courbe d'usure en mm ²	MASSE abrasée	VOLUME abrasé cm ³	OBSERVATIONS
0	0	Indicatrice : $2a = 3\text{mm}$ $2b = 1\text{mm},9$ $S_0 = 4\text{mm}^2,5$	0	0	
100	118 ^m	$S_1 = 29,3$	0,043	0,0165	S_1 très poil.
100	119	$= 38,1$	0,033	0,0126	
100	118	$= 44,8$	0,033	0,0126	
100	119	$= 55,1$	0,034	0,0130	
101	120,5	irrégulière, non évaluée	0,042	0,0161	
Total. 501	594 ^m ,5		0,185	0,0708	
Moyennes.	119		0,037	0,0141	

La valeur élevée du dernier nombre s'explique par un glissement du galet mal serré dans l'étau. Ce glissement a provoqué un déplacement de la surface d'usure, d'où érosion d'une arête vive. Les valeurs inscrites dans la colonne des parcours ne sont que des valeurs moyennes, le développement primitif de la meule de 1^m,20 ayant un peu diminué par suite de son usure.

Il y avait lieu en outre d'étudier l'influence de la courbure moyenne sur l'abrasion. Pour cela, on usa deux autres extrémités du galet après en avoir pris les indicatrices par le procédé ci-dessus. On a inscrit à nouveau dans le tableau suivant les résultats relatifs à la première :

	NOMBRE de tours <i>n</i>	PARCOURS L m.	INDICATRICE			MASSE abrasée gr.	VOLUME abrasé cm ³	OBSERVATIONS
			$2a$	$2b$	S			
			mm	mm	mm			
Extrémité n° 1.	100	119	3	1,9	4,5 29,3	0,043	0,0165	D'où pour 60 : 0,0093.
Extrémité n° 2.	50	60	2,1	1,9	3,7 20,5	0,022	0,0083	D'où pour 100 : 0,044.
Extrémité n° 3.	50	60	4,1	3,3	10,6 37,4	0,022	0,0083	Id.

Un autre quartz blanc a donné une diminution de poids d'environ 0,023 à 60 tours; mais par suite des irrégularités déjà

grandes de la meule, le polissage ne s'est pas produit; il y a eu de plus usure au choc, et je ne peux le faire entrer en ligne de compte.

Le seul quartzite étudié par cette méthode fut un quartzite violet foncé de densité 2,76. Son polissage encore plus irrégulier que celui du quartz précédent a enlevé aussi presque toute certitude aux résultats. La perte de poids moyenne au mètre de parcours fut pourtant trouvée égale à $5,5 \cdot 10^{-4}$ pour des surfaces de contact de 65 à 90 millimètres carrés, et à $6,4 \cdot 10^{-4}$ pour des surfaces très courbées.

Pour le premier quartz, l'usure métrique fut de $3,1 \cdot 10^{-4}$ pour des surfaces de contact de 40 à 50 millimètres carrés, et de $3,7 \cdot 10^{-4}$ pour des surfaces plus courbées (indicatrices de 3 à 11 millimètres carrés).

Les résultats précédents indiquaient l'ordre de grandeur des quantités à mesurer, si imparfaits qu'ils fussent. Le reproche principal à faire à cette méthode était l'irrégularité de l'usure, et surtout les déplacements du point de contact sur l'aire frottée, de sorte que rarement la totalité de cette surface était en contact avec la meule. On dut donc passer à une deuxième série d'expériences.

Deuxième série d'expériences. — L'étau de la série précédente fut simplement relié à une longue barre flexible. L'extrémité de cette barre étant tenue à la main horizontalement, on évalue l'action de l'étau sur le plateau d'une balance romaine, soit 3^{kg},800. Puis on détermine quel doit être l'effort du poignet pour produire sur le plateau une surcharge ou une décharge de 100 grammes. Cet effort ayant été trouvé *hors de proportion* avec ceux que pourrait produire un moment d'inattention, il s'ensuit que l'erreur commise ainsi sur la force pressante est inférieure à $\frac{100}{3\,800} = \frac{1}{38}$. Cette erreur est encore bien diminuée si on a soin de n'opérer jamais avec la main qu'une traction horizontale en serrant le moins possible l'extrémité de la barre; en réalité, elle est en général inférieure à 1 %. A la rigueur, on pourrait encore terminer la barre par une poignée horizontale, mais l'incertitude sur la nature et les variations de l'abrasif employé rendrait cette précaution illusoire.

L'objet à user frotte sur une plaque de fonte recouverte de sable de Fontainebleau que l'on renouvelle à chaque opération : sa course est limitée par deux butoirs. Elle fut mesurée avec soin et trouvée égale à $0^{\text{m}},556$. Le mouvement fut fourni par des oscillations de tout le corps, avançant et reculant en maintenant le bras rigide, seul procédé reconnu apte à conserver l'horizontalité de la barre et à ne pas donner d'action verticale de la part du poignet. On s'est arrangé de manière à maintenir autant que possible le synchronisme de ces oscillations et l'uniformité du mouvement dans le cours de l'une. On évalua en général la diminution de poids produite par 50 oscillations simples. Les principaux résultats sont relatés dans les tableaux suivants :

1° Quartzite n° 1 étudié déjà dans la première série. La surface d'usure est assez polie, mais a une courbure assez forte. Densité = 2,76.

NOMBRE N(osc.)	L	S	Δp	Δv	OBSERVATIONS
	m.	mm ²	gr.	cm ³	
50	27,80	91,9	0,049	0,0178	Accélération momentanée, striation seulement étendue à toute la surface de contact.
50	27,80	105,5	0,048	0,0175	
50	27,80	107,1	0,055	0,0200	
Total . . 150	83,40		0,152	0,0553	
Moyenne. 50	27,80	101,0	0,051	0,0184	

2° Quartz blanc, a déjà donné dans la première série une diminution de poids de 0,023 à 60 tours. Densité = 2,66.

TABLEAU

N (osc.)	L	S	Δp	Δv	OBSERVATIONS
	m.	mm ²	gr.	cm ³	
0	0	Indicatrice: 2a 2b 2mm,6 1mm,8 S _i = 3,6	0	0	
50	27,80	30,8	0,025	0,0094	
50	27,80	45,1	0,031	0,0116	Roulis de l'étau. — Stries distantes de 0mm,3.
50	27,80	57,9	0,033	0,0124	Les surfaces d'usure sont beaucoup plus planes qu'avec la meule.
50	27,80	67,2	0,034	0,0128	L'adjonction d'un excès de sable a modifié les conditions extérieures.
50	27,80	71,7	0,032	0,0120	
50	27,80	84,1	0,048	0,0160	
Deuxième extrémité de ce galet, moins aiguë que la précédente :					
50	27,80	S _i = 11,6 39,5	0,031	0,0117	

La première valeur de Δp est sujette à caution par suite d'un dérangement possible dans l'assiette de la balance. L'abrasion est donc ici indépendante de la surface, à 2 milligrammes près.

3° Lydienne noire, dure, esquilleuse, sans schistosité ni clivage.

Poids : 13^{gr},602. $d = 2,655$. $V = 5\text{cm}^3,130$.

N (osc.)	L	S	Δp	Δv	OBSERVATIONS
	m.	mm ²	gr.	cm ³	
	Indicatrice { 2a 2b	4,9 2,1	S _i = 9,1		
50	27,80	28,4	0,014	0,0053	1. Peut-être erreur sur le comptage des oscillations, abatage d'une arête.
50	27,80	40,7	0,011	0,00415	
50	27,80	43,4	0,012	0,0045	
50	27,80	56,1	0,010	0,0038	
60 ou 70 ?			0,016	0,0060 ¹	2. Cette lydienne est donc plus de deux fois plus dure que le quartz.
Total . 200	111,20		0,047 ²		
Moyenne . .	27,80	42,15	0,012	0,0045	

4° Lydienne schisteuse. La schistosité, bien qu'assez peu marquée, se traduit surtout par des bandes alternativement grises et noires : $p = 13,459$, $d = 2,601$.

Usure perpendiculairement au plan de schistosité.

N (osc.)	L	S	Δp	Δv	OBSERVATIONS
	m.	mm ²	gr.	cm ³	
	Indicatrice	$2a \ 2b$	$S = 14,2$		
		4,9 3,9			
50	27,80	41,8	0,026	0,0100	Δp peut être irrégulier par suite de l'atteinte progressive de parties de dureté très inégale.
50	27,80	56,3	0,023	0,0089	
50	27,80	57,4	0,026	0,0100	
Total. . 150	83,40		0,075	0,0289	
Moyenne. . .	27,80	51,8	0,025	0,0096	

Usure parallèlement à la schistosité dans une partie moins foncée.

Indicatrice très grande et de forme irrégulière : $S_i = 40$.

N (osc.)	L	S 40	Δp	Δv	OBSERVATIONS
	m.	mm ²	gr.	cm ³	
50	27,80	87,5	0,043	0,00165	
50	27,80	106,8	0,050	0,00192	
Total. . 100	55,60		0,093	0,00357	
Moyenne. . .	27,80	97,1	0,047	0,00178	

Ici, il y a presque proportionnalité aux surfaces. L'érosion est arrivée probablement dans une zone moins dure, ces zones étant parallèles à la stratification, laquelle coïncide dans ce galet avec la schistosité. C'est ce qui explique d'ailleurs la forme carrée et plate de ce galet.

Interprétation

Partons des nombres de la deuxième série d'expériences. Pour un parcours de 27^m,80 et une force pressante de 3 800 grammes, le quartzite n° 1, d'un poids initial de 98^{gr},471, a subi une perte de poids de 08^{gr},051. $d = 2,76$ donc diminution de volume de $\frac{0,051}{2,76} = 0^{\text{cm}^3},0184$.

Surface frottante moyenne : 1^{cm}²,01.

Hauteur moyenne d'abrasion : $\epsilon = \frac{18,4}{1,01} = 0^{\text{mm}},183$.

Pression moyenne : $\frac{3,800}{1,01} = 3^{\text{kg}}/\text{cm}^2,8$ ou $0^{\text{kg}}/\text{mm}^2,0,38$.

Volume initial : $\frac{9,471}{2,715} = 3^{\text{cm}^3},485$.

Rayon de la sphère équivalente : $R_0 = 0^{\text{cm}},943$.

Donc, sous la pression de $3^{\text{kg}}/\text{cm}^2,8$, une sphère de rayon $0^{\text{cm}},943$ a subi une abrasion moyenne par centimètre de parcours de :

$$-\frac{dV}{dL} = \frac{0,0184}{27,80} = 6^{\text{cm}^3},62 \cdot 10^{-6}.$$

Si donc cette sphère frottait uniformément, sous cette pression et contre une surface abrasive analogue à la plaque de fonte recouverte de sable, elle serait (formule de la page 24) réduite en poussière, c'est-à-dire aurait un rayon nul au bout d'un parcours de :

$$L = \frac{4}{3} \pi R_0^3 \left(-\frac{dL}{dV} \right) = \frac{3,485 \times 2,780}{1,840} 10^5 = 5\,200 \text{ mètres.}$$

On voit que cette distance est faible.

Si nous prenons les nombres fournis par l'usure sur la meule de grès bigarré, nous avons trouvé une diminution de poids de $0^{\text{gr}},00055$ au mètre au lieu de $0,0018$ contre la plaque de fonte sous une pression de $\frac{3,250}{0,72} = 4^{\text{kg}}/\text{cm}^2,56$. Dans ces conditions, le chemin nécessaire pour le réduire en poussière aurait été de :

$$5\,200 \times \frac{3,80}{4,56} \times \frac{0,00182}{0,00055} = 14\,300 \text{ mètres.}$$

On voit donc l'influence que peuvent avoir les conditions extérieures, les conditions intérieures restant constantes.

On peut remarquer de plus que les conditions précédentes sont plutôt celles des galets frottant soit les uns sur les autres, soit contre une paroi rocheuse, serrés par exemple entre un glacier et cette paroi, plutôt que ceux charriés par un cours d'eau. J'admets que la vitesse de progression d'un glacier est extrêmement faible vis-à-vis de celle employée dans mes expériences. Mais les pressions mises en jeu sont aussi bien supérieures, et en extrapolant la loi de Daubrée, $pv = C^{\text{te}}$, on arrive à des nombres de l'ordre

de grandeur des précédents. On peut donc déduire des expériences précédentes qu'au bout d'un nombre de kilomètres assez faible — de l'ordre d'une dizaine, — un galet de quartzite à grain fin, pourtant assez dur, doit être réduit en une poudre impalpable. Il serait d'ailleurs illusoire de vouloir attribuer à ces déductions une plus grande précision.

Si maintenant on opérât de même pour le quartz blanc n° 6, de la deuxième série, on trouverait :

$$-\frac{dV}{dL \text{ cm}} = 4,38.10^{-6}.$$

Surface moyenne usée : $60^{\text{mm}^2},7$; pression : $6^{\text{kg/cm}^2},270$; poids initial : $10^{\text{gr}},402$; $V_0 = \frac{10,402}{2,659} = 3^{\text{cm}^3},902$. $R_0 = 0^{\text{cm}},974$.

Le parcours maximum sous cette pression serait donc de $\frac{3,902}{4,38} 10^6 = 8\,920$ mètres. On voit donc la plus longue résistance du quartz.

Si maintenant on rapportait ces parcours à une pression de 1 kg/cm^2 , on trouverait pour le quartzite : $5\,200 \times 3,8 = 19\,750$ mètres et pour le quartz : $8\,920 \times 6,27 = 55\,700$ mètres, soit un parcours beaucoup plus long. Le parcours limite du quartz serait $\frac{55\,700}{19\,750} = 2,82$ fois celui du quartzite.

On est ainsi amené à définir un coefficient d'usure d'un corps donné relatif à des conditions extérieures et intérieures d'abrasion données.

C'est la diminution de volume qui serait subie par une sphère de même substance, ayant pour surface l'unité de surface, et frottant contre un milieu réalisant les conditions extérieures données ou des conditions d'abrasion équivalente — et sous l'unité de pression.

Ce coefficient n'est donc autre que $\left(-\frac{dV}{dL}\right) \times \frac{1}{pS}$, S étant la surface frottante et p la pression. On en déduit :

$$\alpha = \left(-\frac{dV}{dL}\right) \frac{1}{F_p}$$

F_p étant la force pressante.

En effet, si on fait $p = 1$, $S = 1$, on trouve : $\alpha = -\frac{dV}{dL}$.

Si l'on admet la loi des rayons de courbure, c'est-à-dire de la proportionnalité de l'usure à la force pressante, ce coefficient est une constante pour un corps donné et des conditions d'usure données.

Or la loi des rayons de courbure se vérifie à peu près pour des corps très durs, polissables et sensiblement d'égale dureté dans toutes les directions, comme le quartz blanc filonien, à peine cristallin ou formé d'une agglomération de cristaux (¹). La vérification résulte du tableau d'expériences de la page 32, où les volumes abrasés sur un parcours de 60 mètres de la meule sont égaux à 0^{cm3},0083, les surfaces des indicatrices variant de 20^{mm2},5 à 37^{mm2},4.

Les indicatrices ainsi que les premières courbes d'usure permettent de déterminer les rayons de courbure principaux des sections.

Assimilons alors le volume abrasé à une calotte ellipsoïdale et la première surface d'usure à une ellipse dont les axes sont dans le même rapport que ceux de l'indicatrice; nous aurons ainsi pour le premier point :

Ellipse équivalente à la courbe d'usure (soient a et b les $\frac{1}{2}$ axes) :

$$\frac{a}{b} = \frac{3}{1,9}, \quad \pi ab = 29,3.$$

D'où :

$$a^2 = 14^{\text{mm}},79, \quad a = 3^{\text{mm}},84, \quad b^2 = 5,920, \quad b = 2,44, \\ V_1 = \pi a \frac{h^2}{3} = 16^{\text{mm3}},5,$$

d'où :

$$h = \sqrt{\frac{3 \times 16,5}{3,14 \times 3,84}} = 2,07,$$

d'où :

$$R_1 = \frac{a^2}{h} = \frac{14,79}{2,07} = 7^{\text{mm}},19, \quad R'_1 = \frac{5,920}{2,07} = 2^{\text{mm}},86.$$

1. On sait que le quartz étant du système rhomboédrique, son coefficient d'usure varie suivant les faces usées.

On calculerait de même les rayons de courbure principaux des deux autres points. On aura ainsi pour le point 2 :

$$a_2^2 = \frac{2,1 \times 20,5}{1,9 \times 3,14} = 7,21, \quad a_2 = 2,685, \quad b_2^2 = 5,89, \quad b_2 = 2,425.$$

$$V_2 = 0,0083, \quad h_2 = \sqrt{\frac{3 \times 8,3}{3,14 \times 2,685}} = \sqrt{2,945} = 1,725.$$

$$R_2 = \frac{7,21}{1,725} = 4^{\text{mm}},58, \quad R'_2 = \frac{5,89}{1,725} = 3^{\text{mm}},415.$$

$$a_3^2 = \frac{4,1 \times 37,4}{3,3 \times 3,14} = 14,80; \quad a_3 = 3^{\text{mm}},84;$$

$$b_3^2 = \frac{3,3 \times 37,4}{4,1 \times 3,14} = 9,58; \quad b_3 = 3,49.$$

$$V_3 = 0,0083, \quad h_3 = \sqrt{\frac{3 \times 8,3}{3,14 \times 3,84}} = 1,436,$$

$$R_3 = \frac{14,80}{1,436} = 10,03, \quad R'_3 = \frac{9,58}{1,436} = 6,66.$$

Les différents rayons de courbure principaux ont donc varié de 2^{mm},86 à 10^{mm},03, soit comme un peu plus du simple au triple. Ces limites pourraient être encore beaucoup plus éloignées et doivent l'être dans des expériences ultérieures. On voit cependant l'indépendance du volume élémentaire abrasé en un point et des rayons de courbure principaux de la surface en ce point.

Il ne résulte pourtant pas des expériences précédentes que, à égalité de pressions et de vitesses, l'usure d'une surface plane soit la même que celle d'une surface courbe de même matière. La seconde est en général supérieure à la première.

Cette loi pourrait donc s'exprimer ainsi : ou bien :

Quand la courbure moyenne d'une surface tombe en dessous d'une certaine limite, le coefficient d'usure diminue jusqu'à une constante qui est le coefficient d'usure d'une surface plane de même matière ; ou :

Quand la surface d'usure supposée plane reste en dessous d'un certain maximum, le coefficient d'usure diminue quand cette surface augmente ; il reste constant au delà du minimum.

C'est cette constante rapportée à l'unité de longueur et à l'unité de force pressante que nous appellerons *coefficient d'usure plane* ou simplement *coefficient d'usure*.

Il résulterait encore de là que, quand la pression $\frac{F}{S} = p$ dépasse une certaine valeur, la hauteur d'abrasion en un point croît plus vite que proportionnellement à cette pression. Les nombres des tableaux précédents ne sont pas assez nombreux pour permettre de construire des courbes : ils montrent cependant bien le sens de la variation.

On peut encore dire que le coefficient h n'est pas constant et croît avec la pression.

Les résultats généraux relatifs aux coefficients d'usure sont donc les suivants :

$$K = V, \text{ cm}^3 \frac{1}{L_{\text{mèt.}}} \times \frac{1}{F_p, \text{ kgs}}$$

1° Sur meule en grès bigarré :

Quartzite violet foncé (grès vosgien) K (plan) = $1,692.10^{-4}$,
courb. $1,970.10^{-4}$;

Quartz blanc (grès vosgien) K (pl.) = $0,955.10^{-4}$, K courb.
 $1,140$;

2° Sur plaque de fonte (abrasif sable de Fontainebleau) :

Quartzite (le même que plus
haut)

$$K_{pl} = 1,74 . 10^{-4}$$

Quartz blanc

$$1,155.10^{-4}$$

Lydienne noire, sans schisto-
sité

$$0,388.10^{-4} \quad 0,502.10^{-4}$$

Lydienne schisteuse :

Perpendiculairement à la
schistosité

$$0,906.10^{-4}$$

Parallèlement à la schistosité,

$$1,680.10^{-4}$$

} presque égal.

Ce tableau montre dans quelle grande proportion la silicification peut faire varier les coefficients d'usure d'une même roche, le kiesel-schiefer par exemple, dont les coefficients varient comme du simple au quadruple sur deux échantillons seulement. La dureté varie dans le même sens que la teneur en silice, il suffit d'en tailler des plaques minces pour s'en rendre compte. On voit de

plus que, d'ordinaire, plus une lydienne est schisteuse, moins elle est injectée, par suite moins dure elle est.

Les lydiennes à graptolithes sont relativement tendres.

A remarquer aussi la grande dureté moyenne de cette roche par rapport au quartz. Si l'on prend avec M. Jannetaz l'inverse du coefficient d'usure comme mesure de la dureté, on trouve comme rapport de celle de la lydienne noire fortement silicifiée à celle du quartz blanc le nombre $\frac{1,15}{0,38} = 3,02$. Cette roche est donc

trois fois plus dure que le quartz blanc. Ce quartz n'étant pas lui-même une substance minéralogique bien définie, il ne faudrait pas donner à des rapports tels que le précédent la valeur de mesures de la dureté relative considérée comme une constante physique.

On pourrait aussi utiliser les nombres précédents à déterminer quel serait le parcours nécessaire pour amener, dans telles conditions d'abrasion, une réduction de volume d'un galet de 50 %, 60 %, etc., ou tout au moins l'ordre de grandeur de ce parcours.

Supposons par exemple une sphère s'usant sous l'action de son propre poids P : alors la force pressante est $F_p = P$. Soit K le coefficient d'usure dans ces conditions, on a (p. 24) :

$$B\mu\nu\sqrt{h} = \left(-\frac{dV}{dL}\right)_P \quad \frac{1}{R^{\frac{5}{2}}} = \frac{K}{R_0^{\frac{5}{2}}}$$

R_0 étant le rayon initial et :

$$\sqrt{R} = \sqrt{R_0} - \frac{KL}{8\pi R_0^{\frac{5}{2}}}$$

Supposons par exemple le quartzite précédent. On a :

$$K = \frac{1,74 \cdot 10^{-4} \times 9,471}{3800} = 4,33 \cdot 10^{-7}, \quad R_0 = 0^{\text{cm}}, 943.$$

$$L = \frac{8\pi R_0^{\frac{5}{2}} \left[R_0^{\frac{1}{2}} - R^{\frac{1}{2}} \right]}{K},$$

K_c étant la valeur de K corrigée de ce fait que le corps est dans

l'eau. Un corps de densité μ n'a donc plus pour densité apparente que $\mu - 1$ et :

$$K_0 = \frac{\mu - 1}{\mu} K,$$

donc finalement :

$$L = \frac{\mu}{\mu - 1} \frac{8\pi R_0^{\frac{5}{2}} \left[R_0^{\frac{1}{2}} - R^{\frac{1}{2}} \right]}{K}.$$

$$\mu = 2,76, \quad R_0^{\frac{5}{2}} = 0^{\text{cm}}, 859, \quad R_0^{\frac{1}{2}} = 0,971.$$

Le galet serait donc en poussière au bout d'un parcours de :

$$L = \frac{2,76 \times 8 \times 3,14 \times 0,859 \times 0,971}{1,76 \times 4,33} 10^7 = 7,6 \cdot 10^7 \text{ m.}$$

$$L = 7,6 \cdot 10^4 = 76\,000 \text{ km.}$$

Le galet devrait donc faire près de deux fois le tour de la terre. On a vu d'ailleurs plus haut pourquoi ce nombre est purement théorique.

Quel a été le chemin parcouru à partir du point où le rayon était double (près de 2 cm.)?

Alors :

$$R^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} R_0^{\frac{1}{2}}$$

d'où :

$$L_{\frac{1}{2}} = L_0 (1 - \sqrt{2}) = -0,414 L_0 = -31\,400 \text{ km.}$$

Si l'on admet avec les océanographes qu'un galet brassé par la mer le long d'une côte effectue entre deux quelconques de ses positions un parcours total égal environ à mille fois leur distance comptée parallèlement au rivage, on voit qu'il suffit d'un déplacement d'une trentaine de kilomètres parallèlement à la côte pour réduire de moitié le diamètre d'un de ces galets.

On pourrait faire le même calcul pour le quartz et la lydienne. La valeur de L trouvée plus haut montre en outre qu'à égalité de diamètres moyens et de poids spécifiques, les parcours

nécessaires pour provoquer une même diminution de taille sont proportionnels aux coefficients de dureté, ou inversement proportionnels aux coefficients d'usure. Il en sera d'ailleurs toujours ainsi chaque fois que la relation élémentaire sera de la forme :

$$-\frac{dL}{dV} = Kf(R),$$

$f(R)$ ne contenant pas le coefficient K .

Des résultats plus précis des expériences précédentes seront les valeurs des parcours-limites relatifs de galets de dureté et de taille différentes.

Ainsi, pour le quartz blanc, on a :

$$K_1 = \frac{1,155 \times 10^{-4} \times 10,402}{3800} = 3,138 \cdot 10^{-7} \quad R_1 = 0,974.$$

$$L \text{ limite} = \frac{2,66 \times 8 \times 3,14 \times 0,932}{1,66 \times 3,138} 10^7 = 119500 \text{ km.}$$

Le diamètre était double à une distance de 49500 km.

Pour la lydienne quartzreuse, non schisteuse (pour la lydienne schisteuse, ce calcul n'aurait aucun sens), on a :

$$R_2 = 1^{\text{er}}, 228.$$

$$K_2 = \frac{0,502 \times 10^{-4} \times 13,602}{3800} = 1,799 \cdot 10^{-7} \quad R_2 = 1,071.$$

$$L \text{ limite} = \frac{2,655 \times 8 \times 3,14 \times 1,228}{1,655 \times 1,799} 10^7 = 274000 \text{ km.}$$

Le diamètre était double à 113800 km. (1).

Ces nombres montrent cependant que les distances limites sont fort différentes pour les quartzites, les quartz et les lydiennes. Il en résulte donc ces faits : ou que les trois roches quartz filonien, quartzite et lydienne se sont fragmentées en morceaux de

1. Dans l'étude de l'usure des galets d'un conglomérat, il faudrait faire intervenir, outre l'usure par frottement, comme dans le calcul ci-dessus, l'usure par roulement et l'usure au choc qui, sur un parcours donné, interviennent plus souvent que la première et dans une proportion inconnue. L'usure kilométrique réelle doit donc être inférieure à l'usure par frottement seul.

tailles initiales très inégales et proviennent de la même région, après avoir parcouru pour arriver à la taille des galets de l'expérience plusieurs centaines de milliers de kilomètres, ou qu'elles se sont divisées en fragments de tailles initiales égales et n'ont pas même provenance.

En réalité, nous savons *a priori* qu'une grande partie des quartz proviennent de filons des quartzites et ont en général une taille initiale un peu inférieure à ces derniers; mais, comme tous les terrains cristallins en fournissent, et que de grandes régions cristallines ont été sûrement arasées aussi par la transgression triasique, on ne peut rien en conclure.

Quant aux lydiennes, étant donnée l'absence d'affleurements de *roches identiques aux galets du grès vosgien*, tant en France que même en Allemagne (celles de Thuringe, celles même des conglomérats houillers de Sarrebruck sont différentes), il est fort difficile de préjuger de la taille initiale des fragments de ces roches. Cependant, étant donnée la taille de nombreuses lydiennes du *Hauptkonglomerat*, qui atteint presque celle des quartzites et dépasse la taille moyenne des quartz, on reste en deçà de la vérité en admettant une égalité de volume initiale pour les deux roches.

Il résulte de là que certaines lydiennes siliceuses les plus dures ont parcouru un chemin plus que double du trajet moyen des quartz filoniens, et si l'on admettait l'égalité initiale avec les quartzites, ce chemin serait au moins quatre à cinq fois supérieur à celui de ces dernières roches, d'autant plus que je n'en ai étudié précédemment que les plus dures.

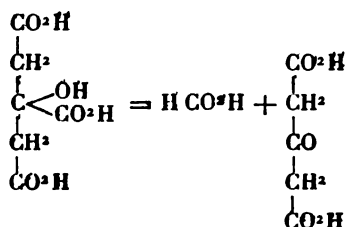
RECHERCHE

DE

L'ACIDE CITRIQUE

Par G. FAVREL

On sait que l'acide citrique mis en présence d'acide sulfurique concentré se décompose en acide acétone dicarbonique et acide formique suivant l'équation :



Ayant eu dernièrement l'occasion de préparer l'acide acétone dicarbonique en utilisant cette réaction, j'ai pensé que, s'il était possible de réaliser pratiquement et commodément cette transformation, on pourrait de la production même de cet acide conclure à la présence de son générateur l'acide citrique.

Voici comment il convient d'opérer pour atteindre ce but :

« La solution dans laquelle il faut rechercher l'acide citrique sera évaporée à sec, de manière à obtenir un résidu renfermant quelques centigrammes d'acide citrique ou de citrate, qui sera ensuite introduit dans un tube à essai contenant 5 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré.

« La réaction commence aussitôt et s'annonce par un dégage-

ment de petites bulles d'oxyde de carbone, résultant de l'action sulfurique concentrée sur l'acide formique produit; on la termine en maintenant le tube à essai dans un bain-marie bouillant pendant une minute.

« Le contenu du tube est alors refroidi par immersion dans l'eau froide puis à ce moment additionné de 5 centimètres cubes d'eau et refroidi de nouveau. »

Par agitation avec de l'éther sulfurique, lavage de la dissolution étherée, évaporation de celle-ci, on obtient un résidu le plus souvent cristallin, qui est dissous dans 2 ou 3 centimètres cubes d'eau. Avec la dissolution ainsi obtenue, on peut faire la réaction suivante pour caractériser l'acide acétone dicarbonique :

Une petite quantité de cette solution additionnée d'une goutte de perchlorure de fer neutre et étendu, donne immédiatement une coloration rouge vineuse disparaissant par un excès d'acide minéral.

Dans le cas où la solution primitive contiendrait des formiates ou des acétates, on pourrait rechercher l'acide citrique sans faire subir de modification au mode opératoire, les acides formique ou acétique libres n'exerçant aucune action sur le chlorure ferrique.

Si enfin la solution primitive contenait de l'acide salicylique ou des salicylates, on éliminerait au préalable cet acide par précipitation avec un excès d'acide chlorhydrique et agitation avec de l'éther sulfurique.

Enfin avec la solution d'acide acétone dicarbonique obtenue comme précédemment, on obtient les réactions suivantes :

1° Avec le chlorure d'or à l'ébullition coloration violette par suite de la production d'or réduit, cette réaction est aussi sensible que la précédente ;

2° Avec le nitrate d'argent ammoniacal, précipité noir d'argent réduit ;

3° Avec le chlorure de palladium, précipité noir de palladium réduit ;

4° Avec le sulfate mercurique acide, production d'un précipité blanc, à froid, de sulfate mercureux ;

5° Avec la solution de ferricyanure et de perchlorure de fer, production de bleu de Prusse.

L'USAGE DU BAROMÈTRE

POUR L'ÉTUDE DES

RÉGIONS FAIBLEMENT PLISSÉES

Par HENRY JOLY

Dans une note que nous avons présentée, M. Nicklès et moi, à l'Académie des sciences, le 11 mai 1907, sur la *Tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle*, nous avons donné les résultats de l'étude tectonique de notre région ; résultats mis en évidence sur la carte annexée à cette note.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que cette étude a eu pour origine les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle ; il s'agissait, d'après le principe exposé par M. Nicklès dans son intéressante brochure : *De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle*, de placer les sondages sur les points où les terrains secondaires sont le plus saillants, de manière à avoir l'épaisseur minimum de morts terrains pour arriver au houiller. Dans la même brochure, M. Nicklès indiqua une série de points géologiquement élevés et, par conséquent, favorables aux recherches.

Mais les contours des dômes et des cuvettes signalés demandaient à être tracés avec une plus grande précision, et c'est pour parvenir à ce but que j'ai songé à appliquer à la région lorraine la *méthode des courbes de niveau* qui consiste à traduire en courbes de niveau, sur une carte, le relief d'une surface géologique déterminée, la limite entre deux étages par exemple. Cette méthode n'est pas nouvelle, elle a été employée par M. Marcel Bertrand qui traça de 50 en 50 mètres les courbes de niveau de toute la France ;

par M. Rolland pour le toit de la formation ferrugineuse dans le bassin de Briey (feuilles de Metz et de Longwy); par M. Villain pour le mur de la couche grise dans le même bassin; par M. Gosselet pour le bassin houiller du Nord; enfin, par M. Van Verwecke pour le trias d'Alsace. Cependant, pour tracer les courbes de niveau du toit des argiles de Levallois dans notre région, il était nécessaire d'avoir les cotes d'affleurement de ces terrains dans le plus de points possible, et l'on ne pouvait songer à utiliser, comme pour le bassin de Briey et le bassin du Nord, les cotes données par les sondages, parce que la plupart de ces sondages n'étaient pas encore commencés et que ceux existants étaient trop éloignés les uns des autres : Éply, Atton, Pont-à-Mousson, Lesménils et Abaucourt.

Il fallait donc chercher un procédé permettant d'obtenir des cotes nombreuses et précises, la carte d'état-major n'étant pas utilisable à ce point de vue. On ne pouvait songer à faire du nivellement de précision, ce qui aurait demandé trop de temps; il ne restait plus qu'à utiliser le baromètre. Cet instrument, comme on sait, est destiné à mesurer la pression de l'air sur la surface du sol; cette pression est proportionnelle à la hauteur de la colonne d'air au-dessus du point considéré. Il en résulte que, si l'on s'élève, la hauteur de la colonne d'air existant au-dessus de l'observateur diminue, et le baromètre indique une pression moins forte. Or, en physique il est établi que, pour une colonne d'air moins forte de 280 mètres, le baromètre indique une pression, estimée en millimètres de mercure, de 25 millimètres en moins, mais seulement si l'on ne s'écarte pas trop de la pression que l'on a prise pour base et qui est celle de 760 millimètres de mercure (pression moyenne au niveau de la mer). Si, en effet, l'on s'éloigne seulement de la pression normale d'une centaine de millimètres de mercure, c'est-à-dire si l'on monte à une altitude d'environ 1 000 mètres, on constate que la différence de hauteur de mercure pour une même dénivellation de 280 mètres n'est plus que de 22 millimètres environ, ce qui s'explique par la moindre densité de l'air au fur et à mesure que la pression est moins forte, ce qui du reste a lieu aussi pour le mercure, mais dans une autre proportion.

Quoi qu'il en soit, la loi qui préside aux proportions existantes entre la hauteur de la colonne de mercure dans un baromètre, et la hauteur de la colonne d'air, lorsque l'on fait varier la colonne

d'air, a été établie rigoureusement et mathématiquement. Il en résulte que l'on peut établir sur les baromètres, en regard de la graduation en millimètres de mercure, une graduation en mètres, correspondant aux variations d'altitude.

Cependant, la pression atmosphérique est soumise à des variations continuelles, et il est nécessaire de tenir compte de ces variations lorsque l'on se sert du baromètre comme instrument de nivellement. Les corrections à faire sont assez délicates, et, comme l'usage du baromètre est destiné peut-être à devenir fréquent dans les études de tectonique, j'ai cru utile d'exposer en détail la méthode que j'ai suivie.

Le baromètre employé est un *baromètre anéroïde, holostérique, compensé, de la maison Naudet, à Paris*, qui a été fourni au laboratoire de géologie par M. Bellieni, opticien à Nancy. Le cadran porte deux graduations concentriques, l'intérieure correspond aux millimètres de mercure; les petites divisions de cette graduation indiquent de deux en deux les dixièmes de millimètre. La graduation extérieure donne la hauteur en décimètres, les divisions intermédiaires sont de 2 mètres en 2 mètres. Le zéro de la graduation en mètres correspond au 760 de la graduation en millimètres de mercure. Comme la pression diminue à mesure que l'on s'élève en altitude, les deux graduations croissent et décroissent en sens inverse l'une de l'autre. L'instrument est gradué de — 300 mètres à + 1 000 mètres, il n'est utilisable que dans ces intervalles, car, si ces limites étaient dépassées, il pourrait être faussé.

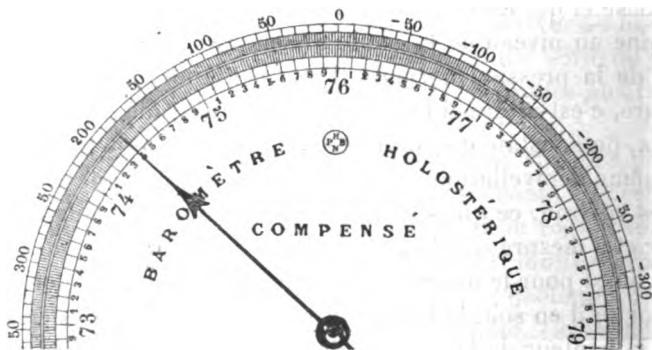


FIG. 1. — Portion de cadran du baromètre

Il est nécessaire que le baromètre soit réglé sur l'altitude du lieu, autrement, il pourrait s'introduire des erreurs dues à l'inégalité de distance qui, corollaire de la loi indiquée plus haut, existe entre les divisions métriques.

L'aiguille indicatrice est terminée par une partie effilée très fine, afin de supporter l'emploi de la loupe pour la lecture et l'estimation des quarts de division. On arrive ainsi à lire couramment, même sans l'aide de la loupe, le quart de division, ce qui correspond à 50 centimètres de dénivellation. La précision de la lecture est donc plus que suffisante, car elle donne une approximation bien plus grande que celle que l'on obtient après les corrections dues aux variations de pression. Cependant, la lecture est assez délicate, car il est nécessaire, lorsqu'on fait un cheminement sur le terrain dans le but de relever les cotes d'altitude de différents points, de prendre des précautions sans lesquelles on peut tomber dans de fortes erreurs :

1° La lecture de l'instrument doit toujours être faite de la même façon, c'est-à-dire que la position que l'on donne au baromètre au moment de la lecture doit toujours être identique ; les erreurs que l'on peut faire si l'on n'observe pas cette règle peuvent aller jusqu'à 10 mètres. *Il est nécessaire de donner au baromètre une position horizontale pour la lecture* : dans cette position, en effet, le poids des différentes pièces du mécanisme et de l'aiguille n'agit en rien sur la position de celle-ci.

D'autre part, quand on arrive en un point dont on veut prendre la cote, il faut laisser à l'appareil le temps de se mettre au point, c'est-à-dire de vaincre l'inertie du mécanisme, ce qui demande cinq à dix minutes, et l'on s'assure, avant de faire la lecture, que la position de l'aiguille est définitive, en donnant avec les doigts de petits coups secs sur le cadran ; si l'aiguille ne change plus de position, ou si ses oscillations se font également à droite et à gauche, la position de l'aiguille est définitive, l'instrument est au point, et l'on doit faire la lecture ;

2° Il faut avoir soin, en second lieu, d'éviter les changements trop brusques de température qui peuvent avoir une répercussion sur la dilatation des pièces du mécanisme ; c'est pour cette raison, du reste, que l'on enferme l'instrument dans un étui en cuir doublé de flanelle ;

3° Dans les cheminements, il faut éviter autant que possible les

*

changements de sens dans la marche, ascension, descente, car, à chacun de ces changements, le baromètre demande un temps plus long pour se mettre au point, surtout si les changements sont brusques, si après avoir monté une côte rapide par exemple, on descend ensuite dans un ravin.

A ces précautions relatives à l'instrument lui-même, s'ajoutent d'autres précautions non moins importantes et utiles surtout pour permettre de faire les corrections avec une plus grande approximation.

Pendant un cheminement, on ne doit jamais négliger de se rapporter à une cote connue : la cote d'une gare de chemin de fer, d'un passage à niveau, d'un pont, points où l'on rencontre presque toujours des indications précises de l'altitude ; il ne faut pas, du reste, se rapporter aux points cotés de la carte d'état-major qui sont difficiles à repérer et ne sont pas rapportés au même plan de base que les cotes des gares et des ponts.

Lorsqu'on ne peut se rapporter à des cotes connues, il faut employer le *cheminement par cycles fermés*, c'est-à-dire repasser après deux ou trois heures de marche à un point que l'on a déjà coté pour en prendre à nouveau la cote. Il est bien entendu cependant que l'on doit avoir, au départ, rapporté son instrument à une cote réelle et qu'on doit aussi le rapporter à une cote semblable à la fin de la tournée. Chaque fois, au cours de la tournée, que l'on s'arrête en un point plus d'un quart d'heure, il faut lire le baromètre à l'arrivée et au départ.

Enfin, chaque fois que l'on fait une lecture barométrique, il est utile de *noter l'heure à laquelle elle est faite*.

On réunit ainsi le plus grand nombre d'éléments possible pour établir les corrections. Pour les faire, on se sert des indications données par un baromètre enregistreur, mais à titre d'indication seulement, car si, le plus souvent, la pression dans les deux régions plus ou moins éloignées, celle où se trouve le baromètre enregistreur et celle où l'on a travaillé, a varié dans le même sens, elle n'a généralement pas varié de la même quantité.

On trace ensuite, en se servant des cotes exactes auxquelles on s'est rapporté et des indications données par les points de recoupement, la courbe des variations de la pression. On n'a plus, alors, pour déduire la cote réelle des points relevés, qu'à faire des *soustractions* ou des *additions graphiques*. Il est pour cela préférable

d'établir la courbe des variations de pression en portant les hauteurs en mètres plutôt qu'en millimètres de mercure; les longueurs sont comptées en heures et minutes.

Prenons, pour fixer les idées, un exemple de cheminement. Ce cheminement a été fait aux environs de Brin.

DÉSIGNATION DES POINTS		COTES réelles	COTES baromé- triques	HEURES
Point coté	n° 1. Gare de Brin	202,86	126	6 ^h 40
	2. Argiles de Levallois, carrière au S. O. de Brin . . .	»	151	7 00
	3. — à 300 mètres plus loin . . .	»	143	7 10
	4. — sur la voie du chemin de fer. . .	»	139	7 30
	5. — dans les champs en face . . .	»	139	7 35
	6. — dans le chemin de Brin. . .	»	143	8 00
	7. — derrière le village de Brin . . .	»	149	8 10
	8. Petit pont.	198,84	122	8 30
	9. Argiles de Levallois, avant Bey.	»	141	9 00
	10. Pont de Bey	199,45	124	9 15
	11. Argiles de Levallois, à Lanfroicourt.	»	145	10 00
	12. — au cimetière de Bey	»	148	10 45
	13. { Auberge, arrivée	»	136	11 00
	— départ.	»	138	12 00
	8. Petit pont	198,84	122	1 45
	14. Argiles de Levallois, vers Bioncourt, n° 1	»	148	2 10
	15. — — n° 2	»	154	2 20
	16. — — n° 3	»	159	2 40
	1. Gare de Brin	202,86	125	3 10

Ce cheminement est un grand cycle fermé où l'on s'est recoupé plusieurs fois; ainsi le point n° 8 a été coté deux fois à cinq heures d'intervalle: le tronçon compris entre les deux cotes de ce point forme un cycle fermé, les autres tronçons aussi forment par le même fait des cycles fermés. Enfin, on a eu, outre la cote du point de départ et celle du point d'arrivée, gare de Brin, deux autres points à cote réelle connue par un repère Bourdaloue: point n° 8 et point n° 10.

Construction de la courbe des variations barométriques dues aux différences de la pression atmosphérique

On s'est rapporté pour connaître le sens des variations au baromètre enregistreur de M. Bellieni, à Nancy. La courbe enregistrée par le baromètre présentait un minimum vers midi.

Pour faire la correction, nous portons en abscisses les heures et minutes et en ordonnées les cotes relevées barométriquement aux points dont on connaît la cote réelle, en prenant comme zéro, en chacun de ces points, la cote réelle du lieu, c'est-à-dire que l'on porte la différence entre les deux cotes avec le signe + si la cote barométrique est plus faible que la cote réelle et avec le signe - dans le cas inverse.

Ainsi pour le point n° 1 nous portons $203 - 126 = 77$, en arrondissant le chiffre 203 au lieu de 202,86. Pour le point n° 8 coté la première fois, nous portons $199 - 122 = + 77$; pour le point n° 10, $199 - 124 = + 75$; pour le point n° 8 coté la seconde fois, $199 - 122 = + 77$; enfin, pour la gare de Brin au retour, $203 - 125 = + 78$. Nous observerons en outre que, entre le point de départ et le point d'arrivée à l'auberge, la pression atmosphérique a baissé de 2 mètres.

Tous ces points une fois portés, on les joint par une courbe qui est la courbe des variations barométriques exprimées selon les divisions en mètres du baromètre.

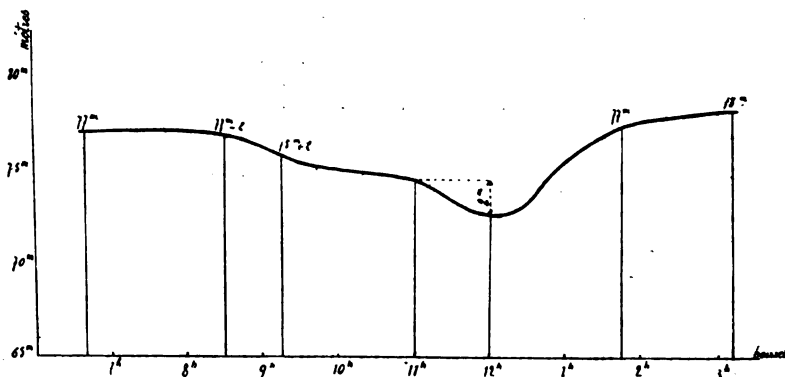


FIG. 2. — Courbe des variations barométriques.

Il ne reste plus maintenant, pour calculer les cotes réelles des points que l'on veut avoir, qu'à ajouter à chacune des cotes lues au baromètre la hauteur, avec son signe, de la courbe à l'heure où la cote a été prise.

Ainsi à 7 heures nous ajouterons $+ 77^m$ soit $151 + 77 = 228$, à 7^h10 nous ajouterons $+ 77^m$, etc.

Il est à remarquer que la précision est assez grande dans

Année 1907



l'exemple choisi, parce que les variations barométriques ont été faibles et que les points de repère étaient nombreux.

On a souvent des opérations moins précises, et l'erreur peut descendre à 2 ou 3 mètres, elle n'est jamais inférieure à 1 mètre ; lorsqu'elle dépasse 3 mètres, on rejette l'observation et l'on recommence une nouvelle tournée sur le terrain si l'équidistance des courbes de niveau que l'on se propose de tracer est de 5 mètres.

En résumé, l'usage du baromètre permet une approximation assez grande, les erreurs étant facilement réduites à 1 ou 2 mètres pour une excursion, si l'on n'a pas affaire à de trop grandes dénivellations ; on peut donc se servir avantageusement de cet instrument pour faire du nivellement expédié et, en géologie, pour relever les plissements et les pendages de couches de terrain, ainsi que le rejet des failles ; les problèmes de tectonique deviennent ainsi des problèmes de géométrie cotée et la configuration tectonique d'une région peut se fixer sur une carte et se reproduire en plan relief. J'ai dressé en effet un *plan relief de la surface des marnes de Levallois*, dans notre région, en découpant dans des feuilles de carton le tracé des courbes de niveau de cette surface, et en empilant ces feuilles de carton les unes sur les autres, selon le procédé qui m'avait été indiqué par M. Thoulet. L'épaisseur d'un carton représente une hauteur de 5 mètres, et l'échelle planimétrique est de $\frac{1}{50000}$.

Remarque. — On peut quelquefois éviter de cheminer par cycles fermés lorsque l'on est en pays assez découvert, en utilisant le niveau-lyre du colonel Goulier avec lequel on fait des visées sur un point coté auparavant. Mais l'approximation est moins grande. On se servira surtout de cet appareil pour se reporter à un point coté lorsqu'on a quelques raisons de craindre que les variations de la pression atmosphérique ne soient devenues assez fortes, et qu'on n'a pas d'autre moyen de le vérifier.

NÉCROLOGIE

Dans le courant du mois de mai, la Société des sciences a fait une perte considérable en la personne de M. LUCIEN BOPPE, ancien directeur de l'École nationale des eaux et forêts, officier de la Légion d'honneur.

Il nous appartenait depuis vingt ans comme membre titulaire et fut notre président durant l'année 1891. Très assidu à nos séances, il prenait une part active aux discussions qui s'engagent à la suite des communications et sa parole était toujours écoutée avec la déférence due à sa haute science comme à sa longue pratique des questions forestières, et aussi avec la sympathie que lui méritait sa parfaite urbanité.

Né à Nancy le 3 juillet 1834, d'une vieille et honorable famille de notre cité, l'heure de la retraite n'avait pas été pour lui l'heure du repos. Mêlé activement à la vie publique, il fut longtemps conseiller municipal, il était resté membre de nombreuses sociétés et commissions, administrateur des hospices, s'occupant beaucoup d'œuvres charitables. Avec lui disparaît un savant distingué et un vrai philanthrope.

Après sa sortie de l'École forestière et un stage à Saint-Dié, il débutait comme garde général à Saint-Dié; nommé sous-inspecteur en Savoie, il ne tardait pas à revenir dans le Nord-Est, comme membre de la commission d'aménagement de la Marne et des Ardennes, poste qu'il quittait en 1868 pour prendre la direction du cantonnement alors attaché à l'École forestière; appelé en 1881 à la sous-direction de l'établissement, il y devenait en même temps professeur titulaire du cours d'économie forestière. En 1893, il fut nommé directeur de l'École, poste qu'il occupa jusqu'au 15 octobre 1898, époque à laquelle, pour des raisons de santé, il crut devoir demander sa retraite. M. Boppe était membre

du Conseil supérieur de l'agriculture et correspondant de la Société nationale d'agriculture (section de sylviculture). Il est l'auteur d'assez nombreux travaux imprimés parmi lesquels on peut citer comme particulièrement importants : *Cours de technologie forestière*, 1886 ; *Traité de sylviculture*, 1889 ; *Chasse et pêche en France*, 1900 ; *Les Forêts*, en collaboration avec M. Jolyet, 1900.

DES PASSAGES DE MERCURE SUR LE SOLEIL

LE PASSAGE DU 14 NOVEMBRE 1907⁽¹⁾

Par G. FLOQUET

Un passage de Mercure sur le disque du Soleil est un phénomène dont l'aspect n'appelle nullement l'attention. C'est, en somme, une éclipse annulaire de Soleil, mais une éclipse sans aucun appareil, qui diffère singulièrement en cela des éclipses annulaires de Soleil produites par la Lune. Le phénomène n'est même pas visible à l'œil nu et, si l'on emploie des grossissements suffisants, on voit simplement une petite tache ronde, très noire, traverser de part en part le disque solaire, en mettant généralement plusieurs heures pour effectuer la traversée.

Néanmoins, pour des raisons que je donnerai plus loin, le phénomène présente, aujourd'hui encore, un réel intérêt au point de vue astronomique.

Le 14 novembre prochain se produira un passage de Mercure qui, si le ciel est pur, sera visible à Nancy. C'est là l'origine de la présente note.

I

1. Au moment où Mercure passe devant le Soleil, il se trouve entre cet astre et la Terre. On est donc à l'époque d'une conjonc-

(1) Communication faite à la Société des sciences, le 6 mai.

tion inférieure et, par conséquent, le phénomène ne peut se produire qu'à une telle époque.

Réciproquement, toute conjonction inférieure donne-t-elle lieu à un passage ? Il en serait évidemment ainsi, si le plan de l'orbite de la planète coïncidait avec le plan de l'écliptique. Mais la coïncidence n'existe pas, l'angle des deux plans étant de 7° environ. Il en résulte que le phénomène du passage, au lieu de se produire pour toutes les conjonctions inférieures, c'est-à-dire trois fois par an en moyenne, ne se produit que pour un petit nombre d'entre elles. Pour qu'il se produise lors d'une conjonction inférieure donnée, il faut en effet qu'à ce moment la planète soit suffisamment voisine de l'écliptique. Les seules conjonctions inférieures efficaces sont donc celles qui ont lieu pour des positions de Mercure suffisamment voisines d'un des nœuds de son orbite. Or les conjonctions de cette nature sont assez rares.

Elles ne peuvent d'ailleurs se produire qu'en mai et en novembre, car la ligne des nœuds de l'orbite de Mercure rencontre l'orbite terrestre en deux points que la Terre traverse en mai et en novembre. En mai, la Terre traverse le point qui répond au nœud descendant, en novembre, celui qui répond au nœud ascendant. C'est donc seulement en mai et en novembre que peuvent avoir lieu les conjonctions avec passage de Mercure.

Il est facile de voir que les passages de novembre, c'est-à-dire les passages par le nœud ascendant, sont plus fréquents que les passages de mai, par le nœud descendant. En effet, on peut dire, d'une manière très approchée, que la condition pour qu'il y ait passage est

$$[\lambda'] < \Delta,$$

ou, ce qui revient au même,

$$[\sin \lambda'] < \sin \Delta,$$

λ' désignant la latitude géocentrique de Mercure et Δ le demi-diamètre apparent du Soleil. Mais, si nous appelons λ la latitude héliocentrique de Mercure, φ sa distance au Soleil et r la distance de la Terre au Soleil, comme, au moment d'une conjonction inférieure, la distance de Mercure à la Terre est très sensiblement égale à la différence $r - \varphi$, on a

$$(r - \varphi) \sin \lambda' = \varphi \sin \lambda,$$

qui donne $\sin \lambda'$. L'inégalité s'écrit donc

$$[\sin \lambda] < \left(\frac{r}{\rho} - 1 \right) \sin \Delta,$$

et, sous cette forme, elle met en évidence le fait énoncé. Effectivement, en raison de la faible excentricité 0,02 de l'orbite de la Terre, r et Δ sont à peu près les mêmes en mai et en novembre ; au contraire, la notable excentricité 0,21 de l'orbite de Mercure fait que, par suite de l'orientation de cette orbite, ρ est plus petit en novembre qu'en mai. Le second membre de l'inégalité est donc plus grand pour le premier de ces mois que pour le second et, par conséquent, l'inégalité est satisfaite plus souvent en novembre qu'en mai.

2. Comme Mercure, l'autre planète inférieure, Vénus, a aussi ses passages sur le disque solaire. Mais ils sont beaucoup plus rares encore que ceux de Mercure, les conjonctions inférieures dans le voisinage de la ligne des nœuds étant ici beaucoup moins fréquentes. C'est en juin et en décembre que se produisent les passages, et les deux époques offrent des chances égales, parce que, en raison de la très faible excentricité 0,01 de l'orbite de Vénus, ρ aussi a très sensiblement la même valeur aux deux époques.

3. Le premier passage de Mercure qui ait été observé est celui du 7 novembre 1631. Il le fut par un savant français, l'abbé Gasendi, qui observa le phénomène à Paris, au Collège de France. Pour cela, il projeta l'image du Soleil sur une feuille de papier blanc, dans une chambre obscure, utilisant ainsi un procédé mis en usage par Scheiner pour suivre les taches du Soleil.

Le premier passage qui ait été observé pendant toute sa durée, depuis l'entrée de Mercure sur le disque solaire jusqu'à sa sortie, est le passage du 7 novembre 1677. C'est Halley qui fit l'observation, pendant son séjour d'une année à l'île de Sainte-Hélène, et c'est cette observation qui suggéra au célèbre astronome anglais l'idée de son admirable méthode, fondée sur l'emploi des passages de Vénus, pour la détermination de la parallaxe du Soleil.

Le passage du 11 novembre 1736 fut le premier qu'on observa complètement à Paris.

Voici le tableau des passages de Mercure qui ont été observés, en tout ou en partie, depuis l'année 1690 :

11 novembre 1690.	5 novembre 1789.
3 novembre 1697.	7 mai 1799.
6 mai 1707.	9 novembre 1802.
9 novembre 1723.	5 mai 1832.
11 novembre 1736.	8 mai 1845.
2 mai 1740.	8 novembre 1848.
5 novembre 1743.	12 novembre 1861.
6 mai 1753.	5 novembre 1868.
7 novembre 1756.	6 mai 1878.
9 novembre 1769.	7 novembre 1881.
12 novembre 1782.	9 mai 1891.
4 mai 1786.	10 novembre 1894.

Le passage du 7 novembre 1881 n'était pas visible en Europe ; il fut observé des deux Amériques et de nos antipodes. La fin du passage du 9 mai 1891 était visible de la France entière, sauf d'une très petite région de l'Ouest ; mais un ciel obstinément couvert mit obstacle aux observations françaises. Le passage du 10 novembre 1894 commençait en France vers le coucher du Soleil et l'état du ciel permit d'y observer les débuts du phénomène.

Voici maintenant les dates des passages les plus prochains :

14 novembre 1907.	8 mai 1924.
7 novembre 1914.	10 novembre 1927.

4. Il n'y a guère plus d'un siècle que l'on a réussi à prédire avec exactitude les circonstances d'un passage de Mercure et je ne saurais mieux faire que de reproduire ici les intéressants détails historiques qu'a donnés Tisserand dans sa belle notice « Sur les planètes intramercurielles », publiée dans *l'Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1882*.

Képler est le premier qui ait osé prédire un passage de Mercure sur le Soleil. En 1627, il annonça qu'un passage aurait lieu le 7 novembre 1631, avec une erreur possible d'un jour environ. Il avait utilisé pour cela ses Tables Rudolphines, fondées sur les observations de Tycho-Brahé, qui lui avaient coûté vingt-six années de travail. Le passage eut lieu en effet, dans les conditions annoncées par Képler, et c'est celui-là que Gassendi observa au Collège de France.

La Hire, qui pensait avoir dressé des tables exactes du mouve-

ment de Mercure, avait prédit pour le 5 mai 1707 un passage qui devait être visible à Paris; ce jour-là, le ciel fut magnifique, rien ne parut sur le disque du Soleil; le passage eut lieu dans la nuit et fut observé le 6 au matin par Rømer, à Copenhague.

Pour le passage de 1753, Lalande alla observer à Meudon, afin de procurer à Louis XV le plaisir de voir Mercure sur le Soleil; les tables de La Hire indiquaient l'entrée de la planète pour le 5 mai au soir et celles de Halley pour le 6 au matin, à 6^h 30; elle eut réellement lieu le 6, à 2^h 30 du matin.

L'inexactitude si évidente des tables de La Hire détermine Lalande à en construire de nouvelles et il annonce le passage du 4 mai 1786, espérant sans doute avoir prédit le moment de l'entrée à quelques minutes près; le récit suivant, fait par Delambre, va nous montrer qu'il n'en fut rien :

« Au lever du Soleil, dit Delambre, il pleuvait; tous les astronomes de Paris étaient à leurs lunettes; mais, fatigués d'attendre, ils quittèrent leur poste une demi-heure après le moment de la sortie calculée par les tables de Lalande, ne conservant plus aucune espérance. Je pris le parti d'attendre jusqu'après le moment indiqué par les tables de Halley; mais je n'eus pas besoin de tant de constance: l'observation arriva plus tard de trois quarts d'heure que suivant Lalande, mais trois quarts d'heure plus tôt que suivant Halley. Le Monnier et Pingré, Lalande et son neveu, Méchain, Cassini et ses trois adjoints, trompés par l'annonce, avaient tous manqué l'observation. Je leur montrai la mienne le soir même; ils ne voulaient presque pas y croire. Ce fut la première observation que j'eus l'occasion de porter à l'Académie des sciences et c'est de là que date ma carrière d'astronome observateur. »

Décidément, il fallait se ranger à l'avis de Mœstlin, qui disait en 1577 : « Cette planète est faite pour décrier la réputation des astronomes. » Riccioli avait dit aussi : « Aucune planète n'a paru avoir des mouvements si compliqués; le Mercure céleste est aussi impénétrable pour les astronomes que le mercure terrestre pour les alchimistes. »

Cependant, Lalande ne se découragea pas et, ayant retouché ses tables, il eut la satisfaction de prédire assez exactement les passages de 1789, 1799 et 1802.

En 1813 parurent les tables de Mercure construites par de Lin-

denau et qui suffirent aux exigences des astronomes pendant près d'un demi-siècle.

Enfin, en 1842, puis en 1859, Le Verrier fit connaître les résultats de ses patientes et mémorables recherches sur Mercure. Elles étaient basées sur environ quatre cents observations méridiennes de la planète faites à l'Observatoire de Paris de 1801 à 1842 et sur les observations de quinze de ses passages, ayant eu lieu de 1661 à 1832. Le Verrier avait ainsi mis à profit un ensemble d'observations embrassant presque deux siècles et il arrivait à cette conclusion remarquable : « La théorie de Mercure cadre parfaitement avec ces observations, pourvu qu'on augmente de $38''$ le mouvement séculaire du périhélie de la planète. » Il montrait en outre que la nécessité de cette correction impliquait l'existence d'une certaine quantité de matière comprise entre Mercure et le Soleil, matière dont on n'avait pas encore tenu compte et qui d'ailleurs, actuellement, ne s'est pas encore révélée indubitablement à nous. La théorie définitive de Mercure a été publiée dans le tome V des *Annales de l'Observatoire de Paris*. Elle a été reprise par des méthodes différentes et M. Newcomb a discuté à nouveau toutes les observations des passages : toujours on a obtenu les mêmes résultats. Ce sont les tables de Le Verrier qui sont employées aujourd'hui en France. Elles sont en parfaite concordance avec les observations faites depuis près de deux siècles et demi et elles permettent de prédire, avec toute la précision désirable, les circonstances d'un passage.

5. Quel est l'aspect d'un tel phénomène ?

Mercure, qui est si rarement visible à l'œil nu, ne l'est même pas quand il se projette sur le Soleil. En effet, son diamètre apparent est alors d'environ $12''$ au plus. Or un objet rond et obscur de $12''$, lors même qu'il se projette sur le Soleil, ne saurait être visible à l'œil nu.

Quand je parle de l'aspect du phénomène, il s'agit donc de l'aspect du passage observé à l'aide d'un grossissement. A défaut d'une lunette ou d'un télescope, une jumelle marine ou une jumelle de campagne est suffisante⁽¹⁾. On peut aussi projeter l'image du Soleil sur un écran blanc, dans une chambre obscure, ainsi que le faisait Gassendi.

(1) Il va sans dire qu'il faut atténuer l'éclat des rayons solaires en interposant, en avant de l'oculaire, un verre enfumé ou fortement coloré.

Un observateur fictif, placé au centre de la Terre, verrait alors une petite tache ronde, très noire, traverser le disque solaire de l'est à l'ouest, d'un mouvement très sensiblement rectiligne et uniforme, mettant en général plusieurs heures pour effectuer la traversée. Cette traversée s'effectue suivant une corde oblique à l'écliptique et de l'est à l'ouest, puisque le mouvement de Mercure autour du Soleil est plus rapide que celui de la Terre.

Pour l'observateur placé à la surface du globe, l'aspect du phénomène est à peu près le même. On passe, en effet, du premier cas au second en tenant compte de la différence des parallaxes du Soleil et de Mercure et en introduisant la vitesse de l'observateur due à la rotation de la Terre. La différence des parallaxes produit un déplacement apparent de la planète par rapport au Soleil et la vitesse introduite, en se composant avec la vitesse première de l'observateur, modifie la vitesse apparente de Mercure. Or la différence des parallaxes du Soleil et de cette planète n'est jamais qu'un petit nombre de secondes et la vitesse due à la rotation de la Terre est toujours relativement faible. Le déplacement produit dans la position de Mercure et la modification de sa vitesse apparente sont donc de petites quantités, de sorte que l'aspect du phénomène reste à peu près le même, ses circonstances variant légèrement avec la position de l'observateur. Toutefois, en raison de la vitesse de rotation de l'observateur, le mouvement de la tache ne paraît plus rectiligne et uniforme.

Quelle que soit cette position à la surface de la Terre, le petit disque de la planète devient d'abord tangent extérieurement au bord oriental du disque solaire; il l'entame et bientôt il est tangent intérieurement; puis la tache, tout entière sur le front brillant de l'astre, glisse silencieusement; elle parvient enfin au bord occidental, l'échancre et disparaît, après lui avoir été tangente intérieurement d'abord, extérieurement ensuite. On assiste ainsi successivement au premier contact extérieur, au premier contact intérieur, à la plus courte distance des centres, au deuxième contact intérieur et au deuxième contact extérieur.

On peut définir la durée du passage comme étant l'intervalle de temps qui s'écoule entre les époques soit des deux contacts extérieurs, soit des deux contacts intérieurs, soit même de l'entrée et de la sortie du centre de Mercure.

Les deux contacts intérieurs sont susceptibles d'être observés

avec une grande précision : on prévoit en effet leur formation, Mercure étant préalablement visible, et elle se manifeste nettement par la jonction brusque des deux pointes lumineuses existant, avant le premier contact intérieur, de part et d'autre du point où il va se produire, ou par la rupture brusque du mince filet lumineux qui existe entre les deux disques un peu avant le deuxième contact intérieur. Mais il n'en est pas de même du premier contact extérieur, car, avant ce contact, on ne voit nullement le disque planétaire et sa présence ne devient sensible que lorsqu'il a déjà un peu échanuré le disque du Soleil (*).

Cependant, le passage de Vénus sur le Soleil qui eut lieu le 3 juin 1769 et le passage de Mercure du 5 novembre 1868 ont mis en évidence des divergences très notables dans les temps observés des contacts intérieurs. En ce qui concerne ce passage de Mercure, par exemple, les temps notés dans les divers pays pour l'époque du deuxième contact intérieur, exprimés en temps moyen de Paris et réduits à ce qu'ils auraient été pour un observateur placé au centre de la Terre, variaient de $9^h 9^m 11^s,3$ à $9^h 9^m 56^s$. A quoi tenait pareil désaccord ? L'instant d'un contact intérieur ne pourrait-il donc s'estimer avec précision ? La divergence tenait, pour une bonne part, aux apparences singulières qui avaient souvent accompagné l'observation du contact, lui enlevant toute la netteté du contact géométrique. Il s'agit du phénomène de la *goutte noire*, cette sorte de ligament qui apparaît comme une protubérance du disque de la planète à l'endroit où se produit son contact et qui met l'observateur dans l'embarras pour apprécier l'instant précis d'un contact intérieur. Mais, dès la fin de l'année 1868, MM. C. Wolf et C. André ont exécuté à Paris des expériences de passages artificiels, les unes à grande distance, entre l'Observatoire et le Palais du Luxembourg, les autres dans une chambre obscure, et ils ont montré que l'apparition de la goutte noire est un phénomène étranger, introduit par les défauts de l'objectif, en même temps qu'ils ont indiqué les moyens de déterminer les instants des contacts intérieurs avec une précision qu'ils estiment à 1 seconde de temps.

Pour terminer ces considérations sur l'aspect d'un passage de

(*) Notons à ce propos que l'on a déjà réussi à voir Mercure en dehors du Soleil, avant le premier contact extérieur, alors qu'il se projette sur l'atmosphère solaire, soit à l'aide du spectroscopie, soit simplement à la lunette.

Mercure, je ferai remarquer que la belle tache noire, suivant laquelle la planète se projette sur le disque étincelant, ne peut être confondue avec une des taches dont le Soleil est souvent parsemé. Les raisons suivantes, qu'en donne Arago, sont bien suffisantes. Une tache solaire emploie près de quatorze jours à traverser le disque; la tache exceptionnelle dont nous parlons fait le même trajet en une petite fraction de jour. Les taches solaires proprement dites marchent comparativement avec très peu de rapidité quand elles occupent le bord du Soleil; la tache actuelle est douée à peu près de la même vitesse près des deux bords et au centre. Les taches solaires offrent toujours dans leur contour de grandes irrégularités; la tache produite par l'interposition de Mercure est ronde et sans rien qui puisse être comparé, quant à la visibilité et à l'étendue, aux espaces faiblement lumineux entourant les taches proprement dites, auxquels on a donné le nom de pénombre. Enfin, cette dernière tache est d'un noir bien plus prononcé que les taches qui se forment dans le Soleil.

6. Voyons enfin quel intérêt astronomique peut présenter un passage de Mercure.

Ces passages ont été d'une grande utilité quand on a voulu calculer l'orbite de la planète avec une grande approximation. Un passage de Mercure donne, en effet, une estimation très précise de sa position à une époque déterminée. Effectivement, si l'on note aussi exactement que possible les instants des deux contacts intérieurs, à l'entrée et à la sortie, on en conclut, par un calcul simple, une mesure très précise de la position de Mercure au milieu du phénomène.

L'observation des passages de Mercure a servi de préparation à l'observation des passages de Vénus, qui sont si importants pour la détermination de la parallaxe du Soleil, mais ils sont beaucoup moins propres qu'eux à cette détermination et ne pourraient conduire à des résultats satisfaisants. En effet, Mercure se trouvant bien plus près du Soleil que Vénus, il en résulte que, lors de ses passages, la différence entre sa parallaxe et celle du Soleil est beaucoup plus petite que la différence analogue pour Vénus. Elle est même plus petite que la parallaxe solaire, c'est-à-dire moindre que la quantité qu'il s'agirait de déterminer. On ne saurait donc obtenir cette dernière, qui est un angle extrêmement petit, avec une approximation suffisante, en la déduisant de la différence de

parallaxes en question, ce qui serait le cas si l'on employait pour cela les passages de Mercure. Halley l'avait bien compris, car, si c'est un passage de Mercure qui lui donna l'idée de sa célèbre méthode pour déterminer la parallaxe solaire, il ne songea jamais à l'appliquer à cette planète, qu'il jugeait trop voisine du Soleil.

Actuellement, l'intérêt des passages de Mercure réside dans les faits suivants :

D'abord, ils permettent de contrôler l'exactitude des tables de la planète.

Ensuite, ils offrent une belle occasion de déterminer les dimensions et surtout la forme de Mercure. La détermination s'effectue à l'aide d'observations micrométriques. Elles sont des plus délicates et n'ont encore donné aucun résultat certain. Lors du passage de 1677, le chanoine Gallet, à Avignon, grand observateur de Mercure, crut constater un aplatissement sensible, et pareillement Lalande, pendant le passage de 1779. Récemment, l'observation des passages de 1891 et de 1894, faite par M. Barnard, à l'observatoire Lick, en Californie, a donné les valeurs discordantes $\frac{1}{134}$ et $\frac{1}{98}$ pour cet

aplatissement, valeur dont la moyenne est $\frac{1}{113}$. Cette question est

d'autant plus intéressante qu'elle est liée à une autre question, toute d'actualité, celle de la rotation de Mercure sur lui-même,

un aplatissement aussi notable que $\frac{1}{113}$ étant l'indice d'une rotation assez rapide. Il y a une vingtaine d'années, on croyait encore que Mercure tournait sur lui-même à peu près comme la Terre, mettant un jour environ pour effectuer sa rotation ; c'était du moins la conclusion des observations de Schröter et de son assistant Harding, conclusion que Bessel avait d'ailleurs discutée et confirmée. Mais on sait qu'il y a vingt ans environ, Schiaparelli, qui était alors le célèbre directeur de l'Observatoire du Brera, à Milan, est venu contredire absolument ce résultat. Mettant à profit des observations de Mercure faites pendant le jour, à 2 ou 3 degrés du Soleil, alors qu'on n'opérait que de nuit, au moment des plus grandes élongations, Schiaparelli avait pu suivre avec continuité des taches sombres et permanentes du disque de la planète et, après avoir poursuivi ses observations de 1882 à 1889, il parvenait à cette conclusion des plus inattendues : « Mer-

cure tourne autour du Soleil de la même manière que la Lune autour de la Terre, en présentant constamment au Soleil le même hémisphère de sa surface, et, par conséquent, la durée de la rotation de Mercure sur lui-même est égale à celle de sa révolution sidérale, c'est-à-dire à 88^{j. m.} environ. » Schiaparelli a du reste obtenu le même résultat pour la rotation de Vénus. Actuellement, ces conclusions sont encore regardées comme incertaines et, si l'*Annuaire du Bureau des longitudes* donne les chiffres 88^{j. m.} et 225^{j. m.} de Schiaparelli pour les durées de rotation des deux planètes, on remarquera qu'il les fait suivre d'un point d'interrogation. On voit par là tout l'intérêt que présenterait une détermination un peu certaine de l'aplatissement de Mercure.

Les passages de cette planète offrent aussi souvent des apparences qu'il importe d'étudier. Plusieurs observateurs, parmi lesquels Messier, Méchain, Schröter, Harding, Moll, Huggins ont aperçu, autour du disque noir de Mercure, passant sur le Soleil, une sorte d'anneau nébuleux. Mais, tandis que certains astronomes ont vu un anneau faiblement lumineux et sombre relativement au fond solaire, les autres l'ont trouvé au contraire plus lumineux que ce fond. L'existence de l'atmosphère mercurienne, qui semble aujourd'hui bien établie, expliquerait la première apparence. Il faut noter encore que, dans plusieurs passages, notamment dans celui de 1868, on a aperçu un point lumineux sur le disque de la planète; on l'a même attribué à un volcan en ignition.

Enfin, les passages de Mercure permettent de mettre à l'épreuve la photographie céleste et les instruments astronomiques.

II

7. Le 14 novembre prochain, pour la première fois du vingtième siècle, Mercure passera sur le disque du Soleil. Le passage sera visible complètement de l'Europe centrale et occidentale, de l'Afrique et de la plus grande partie de l'Amérique du Sud. Il sera donc visible, en particulier, de la France tout entière. Le phénomène s'y présentera d'ailleurs dans de bonnes conditions pour l'observation, le milieu du passage s'y produisant dans le milieu de la journée, aux environs de midi. Il faut toutefois que

le temps soit favorable ; or le 14 novembre tombe en plein été de la Saint-Martin ; peut-être pouvons-nous espérer un ciel découvert, à midi, pour cette époque.

8. Voici quelles seront les circonstances du passage pour un observateur fictif qui serait placé au centre de la Terre :

	Temps moyen civil de Paris	Angle au pôle Image directe
Premier contact extérieur.	10 ^h 32 ^m 45 ^s ,0	63°
Premier contact intérieur.	10 35 24 9	62°
Plus courte distance des centres = 12' 38",6.	Midi 15 49 5	
Deuxième contact intérieur.	1 56 16 2	345°
Deuxième contact extérieur.	1 58 56 5	345°

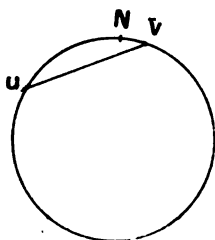
Ce tableau est extrait de la *Connaissance des temps*.

Les valeurs de l'angle au pôle déterminent les points de la circonférence du disque solaire où se font les contacts. Cet angle est compté à partir du point nord du limbe du Soleil et dans le sens inverse de celui du mouvement des aiguilles d'une montre. Ce point nord n'est d'ailleurs autre chose que l'intersection de la partie boréale du cercle de déclinaison passant par le centre du Soleil avec la circonférence du disque.

Il faut remarquer que le point nord se déplace un peu pendant la durée du passage, par suite du mouvement propre apparent du Soleil sur l'écliptique. Mais ce déplacement n'est que de 2 ou 3 minutes, ainsi que le montre un calcul facile. Si donc le cercle ci-dessous représente l'image directe du Soleil, c'est-à-dire du Soleil tel que notre observateur central le verrait à l'œil nu (et non dans une lunette qui renverse les objets), et si N est le point nord du disque, nous pouvons dire que la corde qui joint les deux points de contact extérieur est la corde uv , d'extrémité orientale u et qui sera parcourue dans le sens uv , les arcs Nu et Nv étant respectivement de 63° et de 15°.

On voit encore que, la durée du passage étant définie l'intervalle de temps qui s'écoule entre les instants des deux contacts extérieurs, cette durée, pour le centre de la Terre, est égale à 3^h 26^m 11^s,5.

9. Nous allons voir maintenant quelles seront les circonstances



du passage pour un observateur réel, placé à la surface de la Terre. Elles résultent immédiatement des données et de la carte ci-contre, publiées dans la *Connaissance des temps*.

10. La région (R) du globe qui, le 14 novembre, verra le phénomène à un degré quelconque, c'est-à-dire qui verra soit le passage tout entier, soit une fraction quelconque du passage, est limitée par la courbe 2, 7, 20, 20, 20, 12, 2. Cette courbe prend naissance au point 2, situé dans l'océan Antarctique, traverse l'Australie, Bornéo, l'Asie, passe dans l'océan Arctique au sud de la Nouvelle-Zemble; puis elle coupe le Groenland, la mer et la terre de Baffin, la baie d'Hudson; elle traverse ensuite l'Amérique du Nord, dont elle sort sur la presqu'île de Californie; enfin elle pénètre dans l'océan Pacifique et vient se fermer au point de départ 2 dans l'océan Antarctique.

L'observateur placé à l'intérieur de la région (R), ainsi délimitée, verra quelque chose du phénomène, Mercure étant au-dessus de l'horizon à un instant du passage; placé à l'extérieur, il n'en verra rien, Mercure étant sous l'horizon aux moments opportuns. Sur 2, 7, 20, le phénomène commence au moment même où Mercure se couche et, à l'est de 2, 7, 20, il commence après ce moment. Pareillement, sur 2, 12, 20, le phénomène finit au moment même où Mercure se lève et, à l'ouest de 2, 12, 20, il finit avant ce moment. Quant à la partie 20, 20, 20 de la courbe qui unit les deux courbes précédentes, elle est formée des lieux pour lesquels le passage supérieur de Mercure au méridien a lieu à l'horizon; pour les lieux de cette partie, Mercure vient toucher l'horizon à un moment du passage; pour les lieux situés au nord de 20, 20, 20, Mercure reste sous l'horizon; pour les lieux situés au sud, il demeure quelque temps au-dessus.

Parmi les lieux qui verront quelque chose, c'est-à-dire parmi les points de la région (R), il en est qui assisteront à toutes les phases du phénomène; mais il en est d'autres qui en verront seulement soit le commencement, soit la fin, soit le commencement et la fin, soit une phase intermédiaire. Que l'on trace les deux lignes 2, 21, 11, 20 et 2, 21, 8, 20 représentant, la première, le lieu des points où le passage finit au moment où Mercure se couche, la seconde, le lieu des points où le passage commence au moment où Mercure se lève; que l'on trace en outre la ligne 21, 21, 21, formée des lieux pour lesquels le passage inférieur de

Mercury au méridien a lieu à l'horizon, et on obtiendra les cinq aires suivantes :

1° La partie est 3, 3, que j'appelle (S), où l'on ne voit pas le passage finir : quand Mercury se couche, il est sur le Soleil et on assiste seulement au commencement du passage ;

2° La partie ouest 4, 4, que j'appelle (S'), où l'on ne voit pas le passage commencer : quand Mercury se lève, il est sur le Soleil et on assiste seulement à la fin du passage ;

3° La partie médiane 1, où l'on voit l'entrée et la sortie, en assistant à toutes les phases du phénomène ;

4° La partie 5, où l'on ne voit ni l'entrée ni la sortie, mais où Mercury apparaît sur l'horizon dans l'intervalle ;

5° La partie 22, où l'on voit l'entrée et la sortie, mais sans assister à toutes les phases du passage, Mercury disparaissant sous l'horizon dans l'intervalle.

On peut encore subdiviser et, dans les aires (S), (S'), 5 et 22, séparer les points qui voient la plus courte distance des centres de ceux qui ne la voient pas. Il suffit de tracer les deux lignes 20, 9, 21 et 20, 10, 21, lieux géométriques des points pour lesquels la plus courte distance se produit au coucher et au lever de Mercury. Les localités appartenant à l'aire limitée par l'ensemble des deux courbes verront la plus courte distance, tandis que les autres localités de la région (R) ne la verront nullement.

Le classement des lieux terrestres, sous le rapport des apparences du phénomène, est donc maintenant bien net.

Notons encore que les lieux pour lesquels la plus courte distance des centres est la plus grande et la plus petite sont respectivement les points 15 et 16. Au premier, qui est situé dans l'océan Pacifique, la plus courte distance est de $12^{\circ} 42', 7$; au second point, qui est situé en Russie, à quelque distance de Perm, et qui est l'antipode du premier, elle est de $12^{\circ} 34', 5$. La différence des deux valeurs est très faible, puisqu'elle n'est que de $8'', 2$.

Les nombres 17, 18, 19 désignent d'ailleurs, sur la carte, les lieux où le Soleil est au zénith aux époques respectives du premier contact extérieur géocentrique, de la plus courte distance géocentrique et du deuxième contact extérieur géocentrique.

11. Voici enfin, en temps moyen civil de Paris, quelle sera la disposition du prochain passage par rapport au temps :

A $10^h 31^m 39^s, 0$ du matin, le cône de pénombre du Soleil et de

Mercure vient toucher extérieurement la Terre ; le point de contact 7 est le point du globe qui voit le premier le premier contact extérieur, et il se produit pour lui au coucher de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 2, 7, 20 ; ce point se trouve en Chine, non loin de Yun-nan. Puis le cône de pénombre entame la Terre. A $10^h 33^m 51^s,0$, il est de nouveau tangent à la Terre, mais intérieurement ; le point de contact 8 est le point du globe qui voit le dernier le premier contact extérieur et il se produit pour lui au lever de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 20, 8, 2 ; ce point se trouve dans l'océan Pacifique, en face du Chili, non loin de l'île Saint-Ambroise.

A $10^h 34^m 17^s,8$, le prolongement du cône d'ombre vient à son tour toucher la Terre extérieurement ; le point de contact est le point du globe qui voit le premier le premier contact intérieur, et il se produit pour lui au coucher de Mercure. Puis le prolongement du cône d'ombre entame la Terre. A $10^h 36^m 32^s,0$, il est de nouveau tangent à la Terre, mais intérieurement ; le point de contact est le point du globe qui voit le dernier le premier contact intérieur et il se produit pour lui au lever de Mercure.

Dès lors, le phénomène est pleinement en train et, en tout lieu où Mercure est visible, on le voit entré sur le disque solaire. La plus grande phase commence à $12^h 15^m 8^s,0$, dans le lieu 9, et finit à $12^h 16^m 31^s,0$, dans le lieu 10. Puis les phénomènes de l'entrée vont se reproduire en ordre inverse à la sortie.

A $1^h 55^m 9^s,3$ du soir, le prolongement du cône d'ombre touche de nouveau intérieurement la Terre ; le point de contact est le point du globe qui voit le premier le deuxième contact intérieur et il se produit pour lui au coucher de Mercure. Puis le prolongement du cône d'ombre entame la Terre. A $1^h 57^m 23^s,1$, il est de nouveau tangent à la Terre, mais extérieurement ; le point de contact est le point du globe qui voit le dernier le deuxième contact intérieur, et il se produit pour lui au lever de Mercure.

A $1^h 57^m 50^s,7$, le cône de pénombre vient à son tour toucher intérieurement la Terre ; le point de contact 11 est le point du globe qui voit le premier le deuxième contact extérieur, et il se produit pour lui au coucher de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 2, 21, 11, 20 ; ce point se trouve au sud de Bornéo, dans l'Océan, près du cercle polaire Antarctique. Puis le cône de pénombre entame la Terre. Enfin, à $2^h 0^m 2^s,3$, ce cône touche

extérieurement la Terre, puis l'abandonne ; le point de contact 12 est le point du globe qui voit le dernier le deuxième contact extérieur, et il se produit pour lui au lever de Mercure, de sorte qu'il est situé sur la ligne 2, 12, 20 ; ce point se trouve sur la terre de Baffin.

Quant à la durée du passage, elle est maxima pour le point 13, qui est situé en Sibérie, dans la zone glaciale Arctique ; la durée y est de $3^h 27^m 47^s$. Elle est minima au point antipode 14, qui est situé au sud du cap Horn, dans l'océan Antarctique ; la durée y est de $3^h 24^m 36^s$. La différence de ces deux durées est très faible, puisqu'elle n'est que de $3^m 11^s$. Il faut remarquer d'ailleurs qu'au point 13 de durée maxima, rien du phénomène n'est visible.

III

Il me reste à indiquer comment se présentera le phénomène à Nancy même.

12. La longitude de Nancy, situé à l'est de Paris, étant $3^{\circ}51'0''$ et sa latitude réduite étant $48^{\circ}35'41''$, les formules habituelles, appliquées au cas de Nancy, donnent les heures suivantes pour les cinq phases du passage :

		Heure légale	
14 novembre.	Premier contact extérieur.	$10^h 32^m,4$	} matin,
	Premier contact intérieur.	$10 35 1$	
	Plus courte distance des centres. .	Midi 16 0	
	Deuxième contact intérieur.	$1 57 1$	} soir.
	Deuxième contact extérieur.	$1 59 7$	

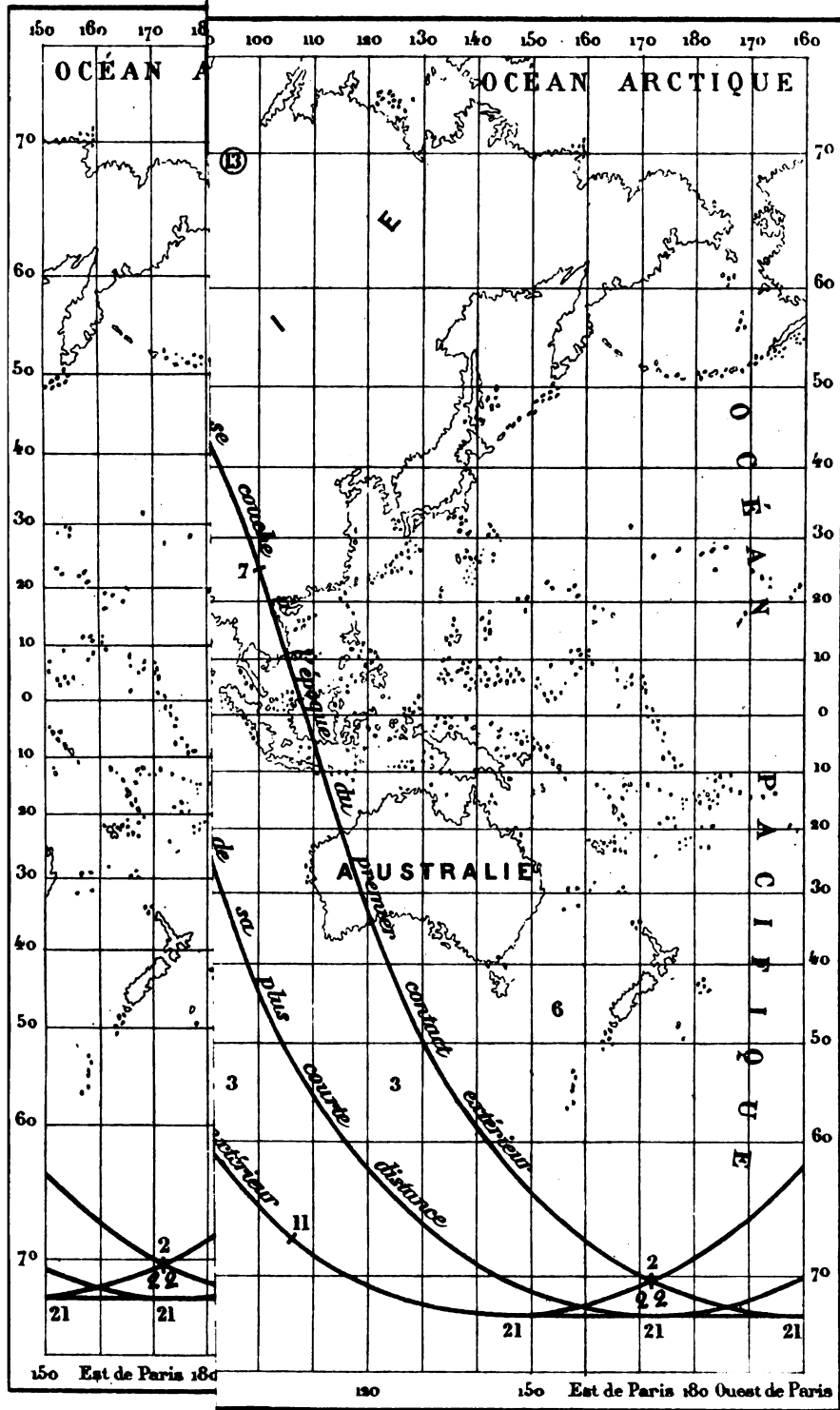
Exprimées ainsi, en dixièmes de minutes, ces heures sont les mêmes que pour Paris, sauf toutefois la première et la dernière, qui sont pour Paris :

$10^h 32^m,5$ et $1^h 59^m,8$.

Mais le calcul donne une différence sensible si l'on exprime en secondes. On trouve en effet :

Pour Paris	Pour Nancy
$10^h 32^m 29^s,4$	$10^h 32^m 26^s,9$
$10 35 7 9$	$10 35 5 3$
Midi 16 1 3	Midi 15 59 5
$1 57 7 3$	$1 57 6 1$
$1 59 46 1$	$1 59 44 9$

E 1907.



NANCY LAMBERT & C^o

On voit que, la durée du passage étant toujours définie comme étant l'intervalle de temps qui s'écoule entre les instants des deux contacts extérieurs, cette durée sera de $3^h27^m18^s$ à Nancy et de $3^h27^m16^s,7$ à Paris.

13. Les points de la circonférence du disque solaire où se font les contacts peuvent être déterminés par leurs angles au pôle. J'ai dit que cet angle se comptait à partir du point nord du limbe du Soleil, dans un sens que j'ai fixé. Il est facile d'obtenir ce point nord, puisque, dans le champ de la lunette, la direction nord est perpendiculaire à celle du mouvement diurne, mais dirigée vers le bas si la lunette renverse les images. Je désignerai par P_1 et P_2 les angles au pôle du premier et du deuxième point de contact extérieur et, suivant l'usage, j'évaluerai ces angles à un degré près seulement.

Le calcul montre que la valeur de P_1 en un point du globe diffère de sa valeur au centre de la Terre d'une quantité qui n'atteint pas $15'$. En particulier, la valeur de P_1 à Nancy surpasse sa valeur centrale de $12'22''$ seulement. Nous prendrons donc

$$P_1 = \text{sa valeur au centre} = 63^\circ.$$

Le calcul montre de même que la valeur de P_2 en un point du globe diffère de sa valeur au centre d'une quantité qui n'atteint pas $14'$. A Nancy, notamment, la valeur de P_2 est moindre que sa valeur centrale de $8'38''$ seulement. Nous prendrons donc

$$P_2 = \text{sa valeur au centre} = 345^\circ.$$

Quant à la plus courte distance des centres des deux disques, elle sera à Nancy de $12',6$.

14. On peut encore définir les points de contact par leurs angles au zénith. Ces angles se comptent à partir du point zénithal du limbe du Soleil et aussi dans le sens inverse de celui du mouvement des aiguilles d'une montre. Ce point zénithal n'est d'ailleurs autre chose que l'intersection de la partie du vertical de l'observateur dirigée vers le zénith et passant par le centre du Soleil avec la circonférence de son disque; il en est le point le plus haut. Je le désignerai par H et j'appellerai Z_1 , Z_2 les angles au zénith du premier et du deuxième point de contact extérieur. Je vais calculer Z_1 et Z_2 .

Faisons abstraction, ainsi que nous l'avons déjà fait pour un

observateur placé au centre de la Terre, du petit déplacement du point nord N dû au déplacement du Soleil sur l'écliptique pendant la durée du passage. Le mouvement diurne ne modifie pas la position du point nord, mais il change considérablement la position du point zénithal sur le disque pendant le passage. Avant midi vrai, l'observateur nancéien voit le point H à droite du point N; après midi vrai, il le voit à gauche. Quoi qu'il en soit, la position du point H, relativement au point N, est définie par l'angle parallactique du Soleil, et si nous appelons γ cet angle compté, à partir du point H, positivement à droite de ce point et négativement à gauche, nous avons la relation

$$Z = P - \gamma$$

entre l'angle au pôle P et l'angle zénithal Z. Appliquée aux deux contacts extérieurs, elle donne

$$Z_1 = P_1 - \gamma_1, \quad Z_2 = P_2 - \gamma_2,$$

de sorte que, connaissant P_1 et P_2 , pour obtenir Z_1 et Z_2 , il suffit de calculer les valeurs γ_1 et γ_2 de l'angle parallactique pour les deux contacts.

Ce calcul se fait aisément. En corrigeant de la parallaxe les valeurs géocentriques de l'angle horaire et de la déclinaison du Soleil aux moments du premier, puis du deuxième contact extérieur, on obtient pour ces deux coordonnées les nombres suivants, relatifs à Nancy :

	Premier contact	Deuxième contact
Angle horaire	345° 52' 3",75	37° 41' 20",85
Déclinaison	— 17 59 29 3	— 18 1 46 51

et l'on en déduit, par des résolutions de triangles :

$$\gamma_1 = - 10^\circ 1' 13",31,$$

$$\gamma_2 = + 24 44 11 35.$$

En prenant

$$\gamma_1 = - 10^\circ, \quad \gamma_2 = 25^\circ,$$

il vient alors :

$$Z_1 = 63^\circ + 10^\circ = 73^\circ,$$

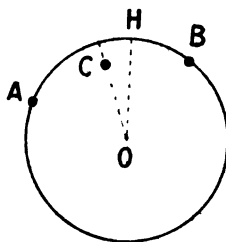
$$Z_2 = 345^\circ - 25^\circ = 320^\circ,$$

qui sont les angles au zénith cherchés.

15. En résumé, les circonstances du passage, tel qu'il se présentera à Nancy, sont données par le tableau suivant :

Heure légale.	{	Premier contact extérieur.	10 ^h 32 ^m ,4	} matin,
		Premier contact intérieur.	10 35 1	
		Plus courte distance des centres.	Midi 16 0	} soir.
		Deuxième contact intérieur.	1 57 1	
		Deuxième contact extérieur.	1 59 7	
Durée du passage		3 27 3		
Le rayon du disque solaire étant r : plus courte distance des centres 0,78				
Angle au pôle, image directe . . .	{	Premier contact	63°	
		Dernier contact	345°	
Angle au zénith, image directe . . .	{	Premier contact	73°	
		Dernier contact	320°	

Cette figure montre quelles seront les apparences des phases pour une personne observant avec une lunette qui ne renverse pas les objets. Il s'agit du point d'entrée A, du point de sortie B et du centre C de la tache lorsqu'elle se trouve à la plus courte distance du centre O du disque solaire. Le même point H représente le point le plus haut de ce disque à chacun des trois instants.



Le premier contact se fait en A, à gauche, à 73° du point H. Le dernier contact se fait en B, à droite, à 40° du point H. Quant au point C, il est sur un rayon OC situé à 20° environ à gauche du rayon OH et aux 78 centièmes de ce rayon.

En principe, les cadrans des horloges publiques, notamment ceux des horloges *extérieures* des gares de chemins de fer, doivent marquer l'heure légale, c'est-à-dire l'heure de l'Observatoire de Paris. Mais cette condition n'est jamais remplie rigoureusement, de sorte qu'en aucun cas ces horloges ne pourraient servir à une détermination directe de l'heure d'une phase. C'est au contraire l'heure calculée de la phase qui pourrait être employée pour les régler.

NÉCROLOGIE

Le professeur SCHLAGDENHAUFFEN jouissait d'une notoriété scientifique considérable, on peut dire universelle. Il la devait à ses nombreux travaux, dont la publication se succédait avec une rapidité surprenante. Il exerça d'abord son activité dans divers domaines de la chimie, mais il ne tarda pas à trouver sa voie définitive, d'où il ne devait plus guère s'écarter.

Analyste hors de pair, il comprit un des premiers, en France, l'intérêt qui s'attache à la connaissance de la composition chimique des végétaux, et les applications qui doivent en découler au point de vue de la médecine, de l'alimentation, de l'hygiène, de l'industrie, et résolut d'y consacrer ses remarquables dispositions. C'est alors qu'on le voit soumettre à ses recherches de nombreuses plantes exotiques ou indigènes, travaillant tantôt seul, tantôt dans une collaboration où il ne se contente pas du moindre rôle, avec son vieil ami Oberlin, Heckel, de Marseille, Reeb, de Strasbourg, et d'autres. A chacun de ses travaux, de nouveaux principes immédiats sont révélés dans des plantes où on ne les soupçonnait guère, d'autres déjà entrevus sont plus exactement étudiés.

Le temps me manque, et aussi la compétence, pour rendre compte du vaste labeur de Schlagdenhauffen. Un tel exposé trouvera d'ailleurs mieux sa place dans les publications spéciales, où ses imitateurs et ses amis en traceront le tableau exact. Je me contenterai de dire que, le premier, il trouva la caféine dans la noix de kola, importante découverte qui expliqua l'usage immémorial de cette graine par les nègres africains et dota l'humanité d'un médicament tonique des plus bienfaisants. Ces travaux très appréciés du monde savant lui valurent les récompenses les plus

flatteuses et les plus méritées : en 1878, un mémoire sur l'*Écorce d'angusture* était couronné par l'Union scientifique des pharmaciens de France ; en 1876, un mémoire est récompensé au congrès pharmaceutique de Clermont-Ferrand ; la *Découverte de la caféine dans la kola* lui vaut le prix Bussy, en 1883 ; l'Académie des sciences lui décerne le prix Barbier pour son *Étude sur la coronilline*, corps qui possède des propriétés analogues à celles de la digitaline ; enfin, l'Académie de médecine l'admet parmi ses correspondants.

Notre cher directeur n'oubliait pas qu'il représentait la toxicologie à l'École de pharmacie, et que, comme tel, il pouvait être appelé à éclairer la justice. Une partie notable de ses travaux a pour objet cette science, où il s'était placé à un rang éminent. Outre les expertises qu'il exécuta dans des cas d'empoisonnement par l'arsenic, la strychnine et autres toxiques, il publia entre autres travaux : *Recherche de l'arsenic dans le sol des cimetières* ; en collaboration avec le professeur Garnier : *Sur la méthode de Dragendorff en toxicologie*, et avec M. Pagel : *Nouveau procédé pour la destruction des matières organiques*.

L'œuvre de Schlagdenhauffen est le fruit d'un travail opiniâtre, continué pendant de longues années. Il ne quittait pas son laboratoire ; on pourrait presque dire qu'il y vivait, car c'était là qu'il passait toutes ses journées, y restant jusqu'à des heures indues et y venant des jours qui, d'habitude, sont consacrés au repos. Il était dans son milieu parmi ses réactifs et ses appareils ; on voyait qu'une passion le possédait, l'attrait de la découverte suivie d'autres découvertes, qui l'isolait des choses ambiantes et ne lui laissait aucun répit. Cette passion de la recherche s'était emparée de lui de bonne heure et ne devait pas l'abandonner. Un de ses premiers travaux, sa *Thèse sur le sulfure de carbone*, présentée à la Faculté des sciences de Nancy, date de 1857 ; la mort le surprit cherchant encore ; c'est donc pendant un demi-siècle que se déploya sa féconde activité. N'est-ce pas là le plus bel hommage qu'on puisse rendre à sa mémoire ?

Notre collègue avait parcouru toute la gradation des fonctions de l'enseignement ; reçu pharmacien à Strasbourg en 1854, il prit successivement les grades de docteur ès sciences et de docteur en médecine. Il ne resta pas longtemps préparateur. En 1855, il avait concouru avec succès pour l'agrégation de chimie, physique et

toxicologie à l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg, et dès lors il ne devait plus quitter cette école, qu'il personnifiait. Successivement, il fut nommé suppléant, puis professeur adjoint de toxicologie et de physique, et enfin, en 1873, à Nancy, lorsque l'enseignement de la toxicologie fut érigé en chaire magistrale, il devint définitivement titulaire de la nouvelle chaire. Entre temps, Schlagdenhauffen avait rempli les fonctions d'agrégé de physique près la Faculté de médecine à Strasbourg et à Nancy, et de pharmacien en chef de l'hôpital de Strasbourg.

Le professeur ainsi initié à l'enseignement et formé à l'école d'une pratique continuelle ne pouvait être qu'excellent ; l'exposition était simple et claire, dépouillée de toute emphase et de toute superfluité. On sentait les faits eux-mêmes qui parlaient, apportés du laboratoire à l'amphithéâtre. Aussi les leçons de Schlagdenhauffen furent-elles des plus goûtées et obtinrent le plus légitime succès.

La confiance qu'il avait su inspirer à ses collègues les détermina à le désigner au ministre comme directeur de l'École : il occupa ces fonctions pendant quatorze ans, jusqu'à sa retraite, en 1900. Son administration fut des plus fécondes ; l'École connut avec lui une ère de prospérité ; les différents services parvinrent à l'autonomie nécessaire, et les améliorations compatibles avec l'espace restreint qui nous est affecté ont été exécutées dans les divers laboratoires.

Une telle personnalité ne pouvait passer inaperçue ; en 1894, Schlagdenhauffen fut promu dans la Légion d'honneur. Cette distinction, dont nul ne fut plus digne, offrit à ses élèves et anciens élèves une occasion de manifester dans une touchante spontanéité l'affection, la reconnaissance et l'estime qu'ils lui avaient gardées.

Le défunt apparaît à ceux qui l'ont connu à la fois comme un savant éminent et comme un homme d'une immense et exquise bonté. Sa valeur et la renommée où il était parvenu ne lui inspirèrent jamais aucun orgueil ; il semblait même n'en avoir pas conscience. Son esprit, d'une extrême finesse, savait éviter, sans qu'il y parût, toute parole qui eût pu laisser le moindre sentiment pénible à son interlocuteur ; on le quittait toujours réconforté, souvent charmé. Cependant, à l'imprudent qui aurait pris sa bienveillance pour de la faiblesse, il savait, par un trait aigu, quoique léger, rappeler son erreur. L'obligeance de notre cher

mort était sans bornes, plusieurs en ont éprouvé les effets ; on ne le sollicitait jamais en vain ; quelque occupé qu'il fût, quelque attaché qu'il ait été à son laboratoire, il n'hésitait pas à abandonner de suite son occupation pour tenter une démarche en vue de rendre service...

Nous pouvons assurer que sa mémoire sera conservée par ses collègues et à l'École supérieure de pharmacie.

GODFRIN.

OBSERVATIONS NOUVELLES

FAITES DANS LES

LANDES DE GASCOGNE ET AUX INDES

SUR LE

NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE

SOUS BOIS ET HORS BOIS

Décrites par M. HENRY

M. Henry a déjà appelé l'attention de la Société sur cette question, si importante au point de vue du rôle météorologique des grands massifs boisés, en lui exposant les résultats obtenus en 1901 dans la forêt domaniale de Mondon (près Lunéville)⁽¹⁾. Onze trous de sondage furent forés soit sous bois, soit hors bois et reliés par un nivellement; les constatations faites chaque mois pendant un an et demi ont montré que le niveau de la nappe phréatique était en moyenne plus bas de 30 centimètres sous les peuplements forestiers qu'en dehors.

Ces recherches avaient été entreprises pour vérifier les observations analogues faites sur divers points de la Russie par M. Ototzky. Ces observations avaient eu un grand retentissement parce que leur résultat était en opposition directe avec ce que l'on enseignait jusqu'alors, et semblait en contradiction avec ce fait

(¹) Voir le *Bulletin de la Société des Sciences*, série III, t. II, p. 42-67.

que la surface du sol est plus humide sous bois qu'en dehors, avec la théorie de la *forêt mère des sources*.

M. Ototzky s'est attaché depuis quinze ans à approfondir ses études sur les eaux souterraines et la variation de leur niveau et il vient de publier un ouvrage en deux volumes sur ce sujet.

Dans cet ouvrage M. Henry a trouvé le récit d'une campagne hydrologique faite en octobre 1902 par M. Ototzky dans les landes de Gascogne, sous le 44^e parallèle.

Dans plusieurs chaînes de sondages, le savant russe a constaté que *toujours le niveau de l'eau souterraine était plus bas sous les pins qu'à l'air libre et que la différence était d'environ 60 centimètres*.

Ainsi nous connaissons déjà en Europe quatre points où ce fait se vérifie :

- 1° Sud de la Russie (Kherson, Voronej);
- 2° Nord de la Russie (environs de Saint-Pétersbourg);
- 3° Plaine lorraine (environs de Lunéville);
- 4° Plaine gasconne (landes de Morcenx et Arengosse).

Cette dernière région est la plus basse en latitude.

Il était intéressant de savoir si cette sorte de loi se vérifiait pour les régions tropicales de l'ancien monde. M. Ralph Pearson, conservateur des forêts aux Indes, vient de publier⁽¹⁾ les résultats qu'il a obtenus dans la forêt Mohulia qui se trouve dans la Godhra Range, Panch Mahals (Inde anglaise).

Cette forêt se trouve située à peu près exactement sous le tropique du Cancer et jouit du climat tropical le plus accusé puisque dans le seul mois 12 juin-12 juillet 1905 il est tombé 93^{cm} 49 de pluie.

M. Pearson a relevé chaque mois pendant deux ans (8 avril 1904-10 avril 1906) les niveaux de deux puits situés, l'un, dans une forêt bien pleine de teck (*Tectona grandis*), cet arbre si précieux pour la construction des navires, à 1200 mètres dans l'intérieur du massif, l'autre, en plein champ, à 100 mètres environ du bord de la forêt.

L'orifice du puits Aichala (en forêt) était de 2 mètres plus bas que celui du puits Mohulia (hors forêt). On a tenu compte de cette différence dans le tableau ci-après.

(1) Voir le journal *The Indian Forester*, de février 1907. Ce travail a été traduit en français dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1907.

Voici les relevés mensuels des niveaux de l'eau dans les puits et les hauteurs de pluie :

Profondeur du niveau de l'eau dans les puits Aichala et Mohulia
du 8 avril 1904 au 10 avril 1906

ANNÉES	DATES	AÏCHALA	MOHULIA	CHUTE	OBSERVATIONS
		Puits en forêt	Puits hors forêt	DE PLUIE dans le mois	
		Mètres	Mètres	Centimètres	
1904	8 avril	10,17	5,57	»	Chute totale de 1903 = 99 ^m 31.
	11 mai	10,05	5,65	0,15	
	12 juin	10,50	6,01	12,59	
	12 juillet	10,68	6,12	19,74	
	11 août	10,62	6,12	3,57	
	11 septembre . .	10,62	6,21	9,35	Chute totale de 1904 = 45 ^m 86.
	9 octobre	10,50	6,25	»	
	12 novembre . .	10,62	6,58	»	
	11 décembre . .	11,23	6,67	0,36	
	12 janvier	11,69	7,13	»	
1905	12 février	11,97	7,58	0,25	Étiage des deux puits.
	12 mars	12,24	8,50	»	
	12 avril	12,43	9,41	»	
	11 mai	12,52	9,32	»	
	13 juin	12,80	9,87	1,65	
	12 juillet	12,70	7,67	93,49	
	12 août	12,43	5,21	3,71	
	11 septembre . .	11,97	4,93	11,43	
	11 octobre	12,06	5,02	»	
	12 novembre . .	11,89	5,48	»	
	14 décembre . .	11,24	5,75	»	
1906	11 janvier	11,40	6,01	»	Différence = 4 ^m 74 en tenant compte de la différence de niveau des deux puits.
	11 février	11,33	6,49	»	
	11 mars	11,69	6,85	»	
	11 avril	12,36	7,31	»	
Moyennes		11,45	6,71		

La seule inspection de ces chiffres dispensera de longs commentaires et montrera le plus nettement possible l'action régulatrice de la forêt.

En trois mois, du 13 juin au 11 septembre 1905, les oscillations du plan d'eau à l'air libre atteignent leur maximum d'amplitude = 4^m 94. A l'étiage (9^m 87) au 13 juin, il est au plus haut niveau (4^m 93) le 11 septembre.

Le puits sous bois n'a oscillé dans les deux ans que de 2^m 75. A l'étiage aussi, lui, le 13 juin (12^m 80), il accuse son niveau le plus élevé le 11 mai 1904.

Sous l'influence de la sécheresse de 1904, les deux puits ont baissé, mais en quarante-deux jours, grâce à ces pluies diluviennes de juin-juillet 1905, le niveau du puits hors forêt a remonté plus haut qu'au début des expériences. Quelle différence avec la courbe du puits Aichala !

Ainsi donc, sous les tropiques comme sous les latitudes moyennes, l'action de la forêt se prononce dans le même sens et il est de plus en plus probable qu'on se trouve en présence d'une loi.

Un point à noter est que l'énorme chute d'eau de 93 centimètres dans un seul mois (13 juin-12 juillet 1905) n'a fait remonter le niveau de l'eau qui était à son étiage dans les deux puits (12^m 80 en forêt et 9^m 87 hors forêt) que de 10 centimètres en forêt tandis que celui du puits Mohulia a fait un saut brusque de 2^m 20. Dans le mois suivant, sans chute d'eau nouvelle, cette ascension rapide continue dans le puits hors forêt et le niveau s'élève de 2^m 46, soit donc de 4^m 66 en quarante-deux jours ; celui du puits Aichala ne remonte que de 27 centimètres, soit de 37 centimètres dans ce même laps de quarante-deux jours. Cette masse énorme d'eau s'abattant sur la forêt de teck *en pleine végétation* n'a presque pas profité à la nappe souterraine. L'évaporation sur les cimes, la transpiration des feuilles, l'imbibition de la couverture et du sol ont absorbé plus de 9 000 mètres cubes par hectare en ces quarante-deux jours. Quelle prodigieuse consommatrice d'eau se révèle ici la forêt tropicale et que de mètres cubes de vapeur immédiatement renvoyés dans l'atmosphère pour aller retomber plus loin ! Que les autres cultures sont loin, sous ce rapport comme sous tant d'autres, de la puissance de la végétation forestière !

QUELQUES NOUVEAUTÉS BOTANIQUES DU QUEYRAS (HAUTES-ALPES)

Par M. PETITMENGIN

Au cours de ces dernières vacances, je suis retourné dans le Queyras (massif du mont Viso, vallée du Guil), pour y poursuivre mes recherches botaniques. Pendant mon séjour dans cette vallée, j'ai découvert, soit seul, soit en compagnie de mon ami, M. H. Correvon, de Genève, une espèce nouvelle non seulement pour cette partie des Alpes, mais aussi pour la flore française, et de nouvelles stations d'espèces déjà connues. Ces nouveautés feront l'objet de la présente note.

Isatis alpina Vill., vallon de la Muande; très abondant au pied du pic dit l'Épervier (Antoine Albert, 1907); torrent du Turle, le Fournet près du Guil; torrent du Boucha au lieudit Bals-Reynaud (A. Albert, 1905).

Viola pinnata L., rochers et éboulis, tout du long de la Combe depuis les Tourniquets jusqu'à Château-Queyras où l'abbé Ravaud (*Guide du Botaniste*, treizième excursion, p. 25) l'avait déjà indiquée. Ces nouvelles localités du *Viola pinnata* L. relient celles de Mont-Dauphin avec celle de Château-Queyras.

Astragalus vesicarius Lam., monticules caillouteux sur le bord gauche de la route, depuis le Tourniquet jusqu'à la Maison-du-Roi, et sans doute dans *toute la Combe*.

Astragalus alopecuroides L. Trois nouvelles stations sont à ajouter aux anciennes localités du Queyras :

1° La Lauze, à Abriès ;

2° « Coumba di Charbouniere » en aval de la Monta (Richard) ;

3° *Vallon de Ségure*, sur la rive gauche du torrent, au lieudit *Chaffarquette*. Cette dernière station, découverte par notre ami M. Baridon, berger à Ristolas, est la plus belle des trois. Les échantillons y sont très abondants sur un espace de quelques mètres carrés à peine. Il est à remarquer que, jusqu'à Abriès, les stations de l'*Astragalus alopecuroides* semblent être *sur la rive droite ; en amont, elles sont toutes sur la rive gauche*.

À propos de cette belle espèce, je ferai remarquer qu'à la suite de l'étude si documentée de notre ami M. le Dr Pampanini de Florence (1) il résulte que l'*Astragalus alopecuroides* n'est nullement une plante steppique, comme l'indiquait le Dr Christ (2), mais bien une « *pianta mediterranea-orientale, montana*. Nè questo è di lieve importanza per l'interpretazione della sua distribuzione alpina attuale (3). » On la rencontre en Asie dans l'Altaï, le Caucase, le Turkestan.

Nous avions déjà fait remarquer, par ailleurs (4), que la plante du plateau espagnol (5) ne pouvait guère être rapportée, selon nous, qu'à l'*A. Narbonensis* de la France méridionale, de l'Espagne et de l'Algérie. M. le Dr Pampanini est absolument du même avis (6).

Ononis cenisia L., éboulis et graviers en face de l'Échalp, au bas de la Combe de Maloqueste.

Saxifraga Seguieri Spr. Cette espèce, assez commune dans les Alpes du Valais, n'avait jamais été signalée en France d'une manière certaine. Nyman, dans son *Conspectus*, l'indique (p. 272) dans la Carinthie, le Tyrol, la Lombardie, la Suisse. Il indique aussi *la Savoie, mais cette indication est assurément erronée*.

(1) Dr R. PAMPANINI, *Astragalus alopecuroides* L. Firenze, 1907 (155 pages avec planches). Cette remarquable étude monographique résume l'état actuel de nos connaissances botaniques sur cette rare et belle Papilionacée p. 142 et 143.

(2) Dr H. CHRIST, *La Flore de Suisse et ses origines*, trad. Tieche, 1883, p. 332.

(3) PAMPANINI, *loc. cit.*, p. 143.

(4) PETITMENGIN, « Considérations botaniques sur le massif du mont Viso », in *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1906, p. 108.

(5) CHRIST, *loc. cit.*, p. 332.

(6) PAMPANINI, *loc. cit.*, p. 143.

Grenier et Godron (*Flore de France*, t. I, p. 661) la rangent parmi les espèces à exclure de la flore française : « Mutel, sur les renseignements de M. Delavaux, indique cette plante dans les Alpes d'Embrun, où nous n'avons pu la rencontrer, non plus que dans toutes les Alpes du Dauphiné. » Mutel, en effet, dans sa *Flore de France*, t. I, p. 415, l'indiquait dans l'Embrunais d'après deux échantillons par lui reçus de Delavaux et confondus avec des exemplaires de *S. moschata*. Toutefois, J.-B. Verlot, dans son *Catalogue des Plantes vasculaires du Dauphiné*, p. 138, considère les deux échantillons de l'herbier Mutel qu'il a eu entre les mains comme appartenant à une variété du *S. muscoides* Wulf, à feuilles linéaires entières, qu'il nomme *S. muscoides* var. *Seguieri* Mutel non Spreng. (*S. Seguieri* Mut. ex. herb. pour la localité d'Embrun.)

L'échantillon de la Traversette que j'ai rapporté vivant cet été, et que je cultive, présente bien l'appareil végétatif du *S. Seguieri* Spr. Il était défléuri lorsque nous le cueillîmes, mais tout porte à croire qu'il s'agit bien du type que nous avons autrefois cueilli abondamment à Zermatt, dans le Valais.

Mon ami Correvon et moi l'avons découvert cette année, dans les rocailles et les petits escarpements herbeux, entre les grands rochers, au sommet du *col de la Traversette*, vers 2 900 mètres. La plante semble assez abondante au bord de l'ancien sentier qui, au lieu de franchir le tunnel, continue l'ascension du dernier rocher.

Saxifraga diapensoides Bell., rochers du Couloou (Antoine Albert, 1905). Roche-Blanche, au-dessus du lac Foréant (Antoine Albert, 1907).

Saxifraga valdensis D. G., entre Valante et le Gias-d'Ajant, sur la rive droite du torrent (Piémont) [Antoine Albert, 1907].

Saxifraga Vaccarii Petitmengin (*S. oppositifolia retusa*).

Port du *S. oppositifolia* L. ; en diffère par ses feuilles n'ayant que quelques cils raides, terminées au sommet par une *callosité blanche*, comme dans *S. retusa* Gn., à un seul pore. Fleurs *solitaires* d'un rose violacé, les unes fertiles, les autres stériles. Se distingue, à première vue, par son aspect nettement *intermédiaire entre les deux parents*; les rameaux *stériles* sont extrêmement *condensés*, comme dans le *S. retusa*.

Pelouses alpines et éboulis morainiques non loin du lac Lestio,
au pied du mont Viso, vers 2 600 mètres, 20 août 1907.

Achillea Herba-Rota All., à la base des grands rochers qui sont
sur la gauche du col Nalbert, vers 2 600 mètres (Antoine Albert, 1906).

Artemisia chamæmelifolia Vill., pelouses sèches en montant
sur la gauche de la Combe de Maloqueste, à l'Échalp. Il y a deux
ans, mon ami Antoine Albert l'avait rencontrée au Parpaillon.

Hieracium pteropogon A. T. in Hier. Al., fr. p. 59. (Teste A. T.)
Cette rare espèce se trouve dans les prairies, à droite du sentier,
quand on monte des chalets de la Tronchée au col de la Traver-
sette, à peu près au-dessus de l'ancien refuge dit « des Lyon-
nais ».

Hieracium lithospermifolium A. T., *forma genuina* A. T. (rare)
n° 11. Forêts de mélèzes en descendant du col La Croix au-dessus
de l'Échalp (Hautes-Alpes), vers 2 100 mètres, août 1907.

Forma subreducta A. T.

Forêts de mélèzes au-dessus de l'Échalp, août 1907, vers
2 100 mètres.

Hieracium flexicaule A. T., in Wilczek Hier. Suisses et limi-
trophes in *Bull. Murithienne*, fasc. XXXI, p. 101.

« Plante du Pelvoux, rare et nouvelle pour le Viso, teste A. T.
in litt. »

Graviers et éboulis entre Ristolas et la Monta, août 1907, sur
la rive gauche du Guil.

Hieracium laricinum A. T., in herb. (rare !).

Forêts de mélèzes au-dessus de l'Échalp, en descendant du
col La Croix, vers 2 100 mètres, août 1907, n° 26.

Forêts de mélèzes entre la Monta et Ristolas, sur la rive gauche
du Guil, vers 1 900 mètres, août 1907, n° 20.

Je tiens à remercier ici publiquement notre collègue, M. Arvet-
Touvet, le savant monographe du genre *Hieracium*, qui a bien
voulu examiner toutes mes récoltes de ces dernières années.

Campanula stenocodon Boissier, éboulis dans les prairies du
Parpaillon (mont Viso).

Campanula macrorhiza Gay, rochers en face de l'Échalp, sur
la rive gauche du Guil, vers 1 900 mètres.

Androsace imbricata Lam., rochers à gauche du col Agnel, vers 2 600 mètres.

Linaria Italica Trev., champs à l'Échalp, 1 900-2 000 mètres.

Plantago serpentina Vill., prairies du Parpaillon et des Lauzières sur la rive droite du Guil.

Plantago Valbusæ Petitmengin = *Pl. fuscescens* × *serpentina*.

Port intermédiaire entre *Pl. fuscescens* et *Pl. serpentina*; feuilles plus étroites que dans *Pl. fuscescens*, plus larges que dans *Pl. serpentina*, pourvues sur le côté de quelques petites dents très espacées, presque glabres comme dans *Pl. serpentina*, seulement munies de poils aux bords et sur les nervures. Fleurs en épis ovoïdes plus ou moins allongées comme dans *Pl. fuscescens*. Bractées largement scarieuses sur les bords, à nervure médiane d'un brun foncé. Achaines souvent mal conformés !

Il se trouve aussi dans les mêmes prairies une plante intermédiaire entre les *Pl. fuscescens* et *Pl. alpina*, les feuilles y sont plus étroites que dans *Pl. fuscescens*, mais presque argentées-soyeuses; la forme de l'épi et des bractées rappelle le *Pl. alpina*. Les graines y sont ridées, souvent stériles, d'autres fertiles sur le même épi.

Toutes ces hybrides se rencontrent dans les pâturages alpins, au Parpaillon, vers 2 200 mètres, parmi les parents (massif du mont Viso), 22 août 1907.

Asplenium Ruta-Muraria L., rochers de calschistes vers 1 900-2 000 mètres, sur la rive gauche du Guil, en face de l'Échalp.

« Station remarquable par son altitude » dit le Dr Christ, le savant monographe des Filicinées, à qui j'ai soumis mes échantillons. Ils seraient, d'après lui, intermédiaires entre la var. *Brunfelsii* Heufl. et la var. *Matthioli* Heufl.

A propos de l'altitude, je ferai observer que mon ami le Dr R. Maire et moi avons trouvé cette espèce à des altitudes souvent très supérieures dans les montagnes helléniques lors de notre voyage en Orient (1906), entre 2 200-2 500 mètres (Parnasse, Ghiona, Peristeri, etc.).

LA FLORE DU VALLON DE SAINT-FIACRE

Par M. PAUL VUILLEMIN

La route de Nancy à Orléans traverse, entre Blénod-lès-Toul et Vaucouleurs, un grand massif forestier en suivant un ruisseau désigné sur les cartes par le nom de Colomoy ou ruisseau de Saint-Fiacre. Ce dernier nom provient d'une chapelle et d'une ferme, humbles vestiges d'un couvent et d'un hameau perdus au milieu des bois.

Topographiquement, le vallon de Saint-Fiacre chevauche sur les départements de la Meuse et de Meurthe-et-Moselle. Il appartient au bassin de la Meuse et, bien que situé à deux pas de la vallée de la Bouvade, affluent de la Moselle, il en est séparé par une muraille escarpée. Le plateau qui s'enfonce comme un coin entre la Meuse et la Moselle, en se rétrécissant depuis les Faucilles jusqu'à la brèche de Foug, n'a rien perdu de sa hauteur vers sa pointe septentrionale.

Creusé dans ce rempart qui sépare deux grandes vallées, le vallon de Saint-Fiacre est resté immobile au milieu des remous de l'activité humaine et délaissé des naturalistes comme des commerçants. Et pourtant le caractère sauvage et primitif résultant du relief du sol a laissé son empreinte dans la végétation. Ce n'est pas que nos récoltes soient de nature à enrichir d'espèces nouvelles la flore de Lorraine. La flore du vallon de Saint-Fiacre n'a frappé mon attention que par un groupement d'espèces assez insolite dans notre région.

La forêt qui revêt la plus grande partie du sol est entrecoupée de cultures sur les flancs du vallon et vers la crête. Le fond offre des prairies marécageuses sur l'emplacement d'un ancien étang. Les espèces rares de ces stations déboisées n'offrent qu'un intérêt relatif.

Dans les terres labourées j'ai observé, sur le territoire de Charmes-la-Côte : *Stellera passerina* L., *Adonis æstivalis* D. C., *Nigella arvensis* L., *Gypsophila Vaccaria* Sibth. et Sm. Ces trois dernières espèces tout au moins sont de ces plantes qu'on rencontre çà et là dans les moissons et dont l'indigénat est plus que contestable. J'en dirai autant de l'*Aristolochia Clematitis*, que la culture ne parvient pas à déloger du champ de la Comblotte (territoire de Rigny). Vu sa rareté dans le pays, sa proximité des habitations et l'ancienne destination de la maison de Saint-Fiacre, qui était habitée par des moines hospitaliers, je ne serais pas surpris que l'Aristolochie ait été introduite comme plante officinale. Ce qui est certain, c'est qu'elle est, depuis longtemps, maîtresse du terrain. Le *Senebiera Coronopus* devient si vulgaire en Lorraine que son abondance autour de la ferme n'est pas faite pour nous surprendre.

Sur l'emplacement de l'ancien étang, nous trouvons : *Parnassia palustris* L., *Pedicularis palustris* L., *Valeriana dioica* L., *Triglochin palustre* L. Ces plantes ne sont devenues rares qu'en raison de l'assainissement progressif du sol. A l'inverse des précédentes qui, fugaces comme l'*Adonis* ou tenaces comme l'Aristolochie, sont d'importation relativement récente et constituent les éléments cénogénétiques de la flore, les espèces palustres sont des aborigènes, des éléments palingénétiques du groupement végétal. J'ai attaché autrefois la même valeur au *Vaccinium Vitis-Idæa* que j'avais trouvé dans la tourbière de Bouffrot, près d'Épinal.

La flore forestière est plus remarquable. Ce n'est pas qu'elle soit à l'abri des introductions plus ou moins conscientes de la culture. Nous y relevons quelques arbrisseaux dont la spontanéité est discutable. Le *Staphylea pinnata* L., certainement introduit, ne se propage qu'au voisinage d'un rendez-vous forestier; le *Cytisus Laburnum* L. est plus envahissant; le *Colutea arborescens* L. mûrit ses graines dans le bois qui domine la ferme de Saint-Fiacre sur le territoire de Charmes-la-Côte. Enfin, le *Coro-*

nilla Emerus L., dont j'ai relevé la présence en plusieurs points du massif forestier, est considéré comme indigène en plusieurs localités lorraines. Cette espèce méridionale serait ici à la limite de son extension vers le nord-ouest.

Pour nous en tenir aux plantes connues dans des conditions analogues de milieu, nous distinguerons, parmi le fond de végétation habituel des collines jurassiques des environs de Nancy, Toul, Neufchâteau, quelques espèces rares ou exceptionnelles dans cette circonscription.

Voici, avant tout, quatre espèces qui manquent au bassin de Paris et qui sont rares en Lorraine, sauf dans les Hautes-Vosges granitiques ; ce sont *Aconitum Lycoctonum* L., *Lilium Martagon* L., *Leucoium vernal* L., *Dentaria pinnata* L.

Godron avait remarqué que les colonies d'Aconit sont, pour ainsi dire, dépayssées sur nos collines calcaires. On les voit disséminées sur le flanc des coteaux jurassiques qui encaissent les vallées de la Meurthe et de la Moselle et dans les vallons qui s'ouvrent sur ces rivières, jusqu'à 100 et 150 mètres au-dessus de leur niveau actuel. Godron est convaincu de leur origine vosgienne ; les graines auraient été transportées, à la fin de la période quaternaire, par les immenses inondations qui ont creusé et rempli les vallées ; les colonies d'Aconit des environs de Nancy sont, pour lui, les vestiges de la flore diluvienne.

La plupart des stations lorraines d'*Aconitum Lycoctonum* sont dans les vallées de la Moselle et de la Meurthe. Doisy a retrouvé l'Aconit près de Verdun, mais dans deux localités (Moulainville et Châtillon) qui, étant arrosées par l'Orne, affluent de la Moselle, auraient pu être ensemencées par les graines charriées des Vosges conformément à la théorie de Godron.

On arriverait à rattacher au même peuplement la station du bois de Void, découverte par Colson, si l'on admettait, avec quelques géologues, que les eaux vosgiennes de la Moselle faisaient irruption dans la Meuse par la trouée de Pagny-sur-Meuse située en face de cette station.

Le même raisonnement nous amènerait à étendre l'origine vosgienne aux stations situées sur les affluents de la Meuse en aval de Void, par exemple à celle de Viviers-sur-Chiers, au nord de Longuyon, où l'Aconit est très abondant, d'après M. Petitmengin.

La théorie de Godron nous met en présence de trop d'hypo-

thèses, de trop de cataclysmes. Même poussée à ses conséquences extrêmes, elle ne nous rend pas compte de tous les faits.

L'*Aconitum Lycoctonum* a été indiqué par Mougeot autour de Neufchâteau ; il y a été retrouvé au bois Juan par Lefebvre, à l'Étanche par Poincaré. Cette localité de Neufchâteau n'est reliée par aucun intermédiaire aux stations vosgiennes. Berher, Gérard ne signalent pas d'autre colonie d'Aconit dans la partie calcaire du département. Les théories diluviennes sont impuissantes à expliquer l'origine des Aconits de Neufchâteau. Il est peu probable qu'ils aient été introduits par l'homme, bien qu'à la rigueur l'importation d'une plante ornementale et médicinale aux environs d'une ville ancienne ne soit pas dénuée de toute vraisemblance.

Cette objection, peu sérieuse à notre avis, ne saurait s'élever à propos de la station de Saint-Fiacre. Contrairement à l'Aristoloché, qui infeste un champ à proximité de la route et des habitations, l'*Aconitum Lycoctonum*, dans la localité où je l'ai observé en abondance le 11 septembre 1905, puis en 1906, occupe en pleine forêt, sur une étendue de plusieurs hectomètres, le fond humide et les flancs d'un vallon étroit et sinueux, aboutissant à un carrefour perdu, oublié des géographes, et que les gens du pays appellent le fond des Saignons (nom vulgaire de Sureau). Cette localité se trouve à l'extrémité des bois de Domgermain, aux confins du département de la Meuse. Il est donc bien certain que l'*Aconitum Lycoctonum* croît spontanément dans le bassin de la Meuse, en amont de la trouée de Pagny.

L'Aconit est une plante essentiellement sédentaire, un élément palingénétique de la flore. C'est une espèce mal dotée en ce qui concerne les moyens de transport par les animaux ou par les agents atmosphériques. Ses graines sont dépourvues d'ailes, de crochets, de mucilages, d'enveloppes charnues. En revanche, ses souches robustes la maintiennent indéfiniment dans le sol, sa toxicité la défend contre les animaux, son indifférence à la nature du terrain, sa rusticité lui permettent de prospérer sous les climats les plus divers, du Maroc en Laponie, de la France à la Chine et au Japon. Les colonies comme celle de Saint-Fiacre nous apparaissent comme des vestiges d'une flore très ancienne.

La persistance de l'Aconit dans les mêmes stations nous est démontrée par des documents historiques. Dès 1764, Buch'oz

nous dit : « Cette plante croît aux lieux ombrageux, montagneux et humides, dans les bois de Haye entre Nancy et Toul..... et dans les fonds des bois de Rogéville et de Pont-à-Mousson. » De l'avis des botanistes les plus compétents, l'autorité de Buch'oz est souvent en défaut ; mais il n'est guère admissible qu'il se soit trompé sur une plante aussi reconnaissable. Les observateurs récents lui ont d'ailleurs servi de caution en retrouvant l'Aconit aux lieux mêmes où l'indique le vieux médecin mussipontain. La flore de Lorraine signale l'*Aconitum Lycoctonum* au bois de Rogéville d'après Mathieu, à Pont-à-Mousson d'après Léré. Mathieu et Léré ont donc simplement répété l'observation de Buch'oz. Quant à la première station, elle était, semblait-il, moins concordante dans les deux textes. Godron, en effet, indique : Nancy, aux fonds de Morvaux, tranchée de Laxou. Mais, dans ces derniers temps, l'Aconit a été revu en abondance par M. Petitmengin, à droite de la route de Nancy à Toul, dans les bois descendant aux Fonds de Toul. Nous pouvons donc conclure que, dans le champ exploré par Buch'oz, on retrouve l'Aconit dans les endroits mêmes où il a été mentionné voilà cent quarante ans.

Il n'est pas douteux que les progrès de la culture ne restreignent le domaine de cette espèce tenace et c'est le défrichement qui explique sa dissémination actuelle et sa rareté dans notre pays. Mais nous ne pensons pas que les Vosges soient nécessairement le centre auquel se rattachaient les peuplements dispersés aujourd'hui de Neufchâteau à Longuyon et à Metz, dans les bassins de la Moselle et de la Meuse. Leurs origines sont plutôt méridionales et on les cherchera avec profit vers le plateau central, le Jura, la Côte-d'Or d'où l'espèce remonte au nord. M. Maire l'a observée à Vesoul, à Châtillon-sur-Seine. Elle est à rechercher vers le plateau de Langres et Chaumont.

Comme au temps de Buch'oz, le *Lis Martagon* abonde toujours sur les sommets des Vosges, dans les bois de Vandœuvre et de Vic. Husson et Gély signalent cette belle plante à Toul et à Blénod-lès-Toul au-dessus du moulin de Saint-Fiacre. Cette dernière localité n'est que le seuil d'un vaste peuplement qui s'étend sur tout le massif forestier qui nous occupe et où le *Lilium Martagon* franchit les limites du département de la Meuse, où il n'était pas signalé. Vers le nord, il s'étend moins loin que l'Aconit. Néanmoins, les deux espèces présentent assez d'analogie dans leur ré-

partition. Les stations basses du Lis sont encore plus complètement isolées des stations vosgiennes que celles de l'Aconit. Celle de Saint-Fiacre se relie, par l'intermédiaire de Neufchâteau, à une flore plus méridionale.

Le *Leucoium vernum* s'est montré en 1892, à la suite d'une coupe, dans le bois qui borde le chemin de Domgermain près de la chapelle de Saint-Fiacre. Il était de même très abondant vers 1885 dans une coupe pratiquée au bois d'Allain près de Colombey. Il n'y a pas été recherché depuis. Il se pourrait que les germes de cette espèce fussent beaucoup plus répandus dans le pays qu'on ne se le figure généralement. Couvrant le sol des bois à la suite de l'exploitation du taillis, le Perce-neige persiste peut-être à l'état de bulbes ou de graines dès que le couvert devient trop épais. On retrouverait ici des alternances de végétation et de vie latente analogues à celles que M. Fliche a si bien mises en lumière pour l'*Ulex europæus* et l'*Euphorbia lathyris*. Toutefois, le *Leucoium* nous paraît indigène dans les stations boisées, à l'inverse de l'Ajonc et de l'Euphorbe. Dans ces mêmes forêts, le Lis Martagon subit aussi des intermittences clairement liées aux exploitations.

Comme ce dernier, le *Leucoium* est commun sur la crête des Vosges d'où il s'étend vers Portieux, Rambervillers et, dans le bassin de Lunéville, jusqu'à Sarrebourg, Réméréville, Blainville. Mais il ne se montre pas au nord de cette localité, dans la vallée de la Meurthe prolongée par celle de la Moselle, ni au pays messin. On ne le signale ni sur le plateau de Haye, ni dans les arrondissements de Mirecourt et de Neufchâteau. La station de Saint-Fiacre, avec celles qu'on a signalées dans la Meuse (Commercy, etc.) et celles de Toul et Pierre-la-Treiche citées par Husson et Gély, est donc séparée par une grande lacune, aussi bien des Vosges que de la Côte-d'Or. Si l'on considère que cette espèce est commune dans l'Alsace et le Palatinat, qu'elle se retrouve même en Belgique, on aura quelque raison de supposer que les stations de la Meuse et du Toulais marquent les limites occidentales d'une flore qui a contourné les Vosges par le nord-est.

J'ai rencontré le *Dentaria pinnata* en août 1899, dans les fonds de Quatre-Vaux, sur le territoire de Gibeauveix. Les localités signalées jusqu'ici en Lorraine indiquent une répartition très analogue à celle de l'*Aconitum Lycoctonum*, avec quelques va-

riantes pourtant, qui permettent d'exclure l'origine vosgienne pour les colonies disséminées autour de Nancy, de Neufchâteau et dans la Meuse. Le *Dentaria pinnata* habite exclusivement le versant alsacien des Vosges ; il n'est connu sur le versant occidental qu'à Wisembach vers le col de Sainte-Marie, sur le gneiss. Sur le plateau lorrain, sa limite orientale est au bois de Flavémont près de Malzéville où je l'ai observé il y a quelques années. Il ne suit pas le cours des vallées, mais se trouve disséminé dans les massifs boisés et montueux qui les séparent : plateau de Malzéville entre la Seille et la Meurthe, plateau de Haye entre la Meurthe et la Moselle, côtes de Toul entre la Moselle et la Meuse.

Les quatre espèces des Hautes-Vosges, qui se retrouvent à Saint-Fiacre et qui manquent au bassin de Paris, *Aconitum Lycoctonum*, *Lilium Martagon*, *Leucoium vernum*, *Dentaria pinnata*, ne sont donc pas, à notre avis, des plantes descendues des Vosges. Ce sont des espèces aborigènes, répandues jadis dans les terrains les plus divers de notre pays. Devant les progrès de la culture et l'invasion des plantes adventives qui suivent le soc et la cognée, elles se sont maintenues dans les localités les plus hautes ou les plus sauvages, comme les anciennes populations humaines qui, dans nos montagnes et sur nos côtes, gardent encore, malgré la facilité des relations, un type ethnique distinct de celui des gens de la plaine.

Une mention au *Phyteuma orbiculare* L., que la flore de Lorraine n'indique pas dans le département de Meurthe-et-Moselle. Je l'ai trouvé le 5 septembre 1907 sur le territoire de Domgermain, tout près de la crête, sur le chemin qui sépare le val de Passey, tributaire de la Moselle, du vallon de Saint-Fiacre, situé déjà dans le bassin de la Meuse. Cette station représente l'extrême limite orientale du domaine occupé à l'ouest des Vosges par le *Phyteuma orbiculare*. Son absence dans la vallée de la Moselle est d'autant plus singulière que cette espèce est abondante au sud des Vosges et dans la plaine rhénane, d'où elle s'élève au ballon de Guebwiller à 1350 mètres d'altitude, d'après Kirschleger. C'est apparemment de l'Est qu'elle pénètre, au nord des Vosges, jusqu'à Remilly près de Metz, sur la Nied, affluent de la Sarre. Le *Phyteuma orbiculare* pourrait donc aborder par diverses voies notre circonscription. Sa recherche est à recommander.

Citons encore *Daphne Laureola* L. et *Orobis vernus* L., qui

sont d'une remarquable abondance, et nous terminerons par deux espèces assez indifférentes à la nature du sol : *Melittis melissophyllum* L. et *Polygala austriaca* Crantz.

Le *Melittis melissophyllum*, mentionné par Husson et Gély à Blénod-lès-Toul, a été vu, en mai 1893, dans le bois qui descend de la batterie de Charmes vers Saint-Fiacre. Il est commun dans les bois montueux des environs de Paris et peut être rattaché à la flore occidentale, comme le *Coronilla Emerus* à la flore méridionale. Le *Polygala austriaca* au contraire vient de l'Est. Signalé déjà à Blénod et à Foug, je le trouve répandu dans tout le massif forestier et même sur les terres en friche et le bord des chemins. A partir de ce vaste peuplement, il devient de plus en plus rare jusqu'au bassin parisien.

Le vallon de Saint-Fiacre, où plusieurs flores différentes semblent s'être donné rendez-vous pour régler entre elles une question de frontières, eut son heure de célébrité dans l'histoire. Grâce à son obscurité même, cette terre neutre, perdue sur les confins du royaume de France, de l'évêché de Toul et des marches de Lorraine, devint le théâtre d'une entrevue princière. En 1299, disent les chroniques, Philippe le Bel et l'empereur Albert I^{er} se rencontrèrent dans une prairie située entre Toul et Vaucouleurs, au milieu des bois, en un lieu nommé les Quatre-Vaux. Ils y traitèrent de graves affaires et y négocièrent notamment le mariage de la sœur du roi de France avec Rodolphe, roi des Romains. Les puissants de la terre ont passé sans laisser de trace ; mais les flores de l'est, de l'ouest et du midi continuent à se donner la main sur ce sol oublié des hommes, où la nature a gardé ses droits.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MUSCINÉES DE LA GRÈCE

Par A. COPPEY

I. Recherches de MM. René Maire et Petitmengin

La végétation muscinale de la Grèce n'a jamais été l'objet de recherches particulières jusqu'ici; il n'est pas douteux que les récoltes faites en 1906 par MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN ne représentent la plus importante contribution qui ait été apportée à la connaissance des Mousses et Hépatiques de la presqu'île hellénique. Ces botanistes n'ont pas rapporté moins de 350 échantillons, prélevés en des localités très diverses, comme on pourra le voir. La plupart sont malheureusement stériles, mais il n'en reste qu'un tout petit nombre dont on n'ait pu tirer parti pour une détermination exacte.

Dans une première mission, exécutée en 1904, M. René Maire avait déjà porté une part de son attention sur les Muscinées, et recueilli un grand nombre de ces petites plantes. Malheureusement, un incendie ayant détruit une partie de ses récoltes, il n'est resté qu'une demi-douzaine de Mousses, qui ont été déterminées par M. F. RENAULD. Pour les récoltes de 1906, le Dr F. CAMUS, du Muséum, a bien voulu me prêter le concours de sa grande expérience, afin de tirer parti d'échantillons dont la détermination eût été trop douteuse, par suite généralement de l'insuffisance de leurs caractères. Les touffes de *Philonotis* ont été examinées et nom-

mées par M. G. DISMIER, qui travaille spécialement à l'étude de ce groupe difficile. Un certain nombre de Muscinées, enfin, ont été données par M. TOUNDAS, sous-directeur du laboratoire de botanique de l'université d'Athènes.

Je prie ces botanistes, ainsi que M. MILIARAKIS, professeur à l'université d'Athènes, qui a communiqué divers renseignements, de vouloir bien accepter l'expression de ma gratitude et de celle que MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN m'ont prié de leur transmettre.

Les Muscinées récoltées en Grèce en 1906 forment dès maintenant une collection spéciale, déposée au laboratoire de botanique de l'université de Nancy⁽¹⁾.

II. Publications anciennes

Il sera donné, dans cette notice, un tableau complet de nos connaissances relatives à la bryologie de la Grèce. Cela, d'ailleurs, ne l'allongera pas beaucoup et évitera des recherches ingrates à ceux qui voudraient reprendre cette question.

Les anciens travaux de géographie ou plutôt de statistique botanique relatifs à la Grèce sont, en effet, disséminés dans des mémoires ayant parfois un objet géographique proprement dit ou archéologique, mémoires dont le nom et l'objet n'arrivent pas toujours facilement à la connaissance des naturalistes.

Voici, dans l'ordre chronologique, la liste des publications dont j'ai pu avoir connaissance :

- 1806-1813. SIBTHORP et SMITH, *Floræ Græcæ Prodromus*. Londres, 1806-1813.
1832. BORY DE SAINT-VINCENT in *Expédition scientifique en Morée*, t. III, 2^e partie : Musci, pp. 291-296 ; Hepaticæ, pp. 296-300. Paris, 1832.
1838. CHAUBARD et BORY DE SAINT-VINCENT, *Nouvelle flore du Péloponèse et des Cyclades*. Paris, 1838.
1862. Dr FR. UNGER, *Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise in Griechenland und in der Ionischen Inseln*, pp. 108-115. Wien, 1862.
1883. TH. DE HELDREICH, *Flore de l'île de Céphalonie*, pp. 77-78. Lausanne, 1883.
1886. A. GEHEEB, *Bryologische Fragmente*. III. Fortsetzung zu « Flora », 1883, n° 31 (in *Flora*, 1886, nos 22-23, pp. 339-353).

(1) Je dois des remerciements tout particuliers à M. LE MONNIER, professeur à l'université de Nancy, qui a mis gracieusement à ma disposition toutes les ressources du laboratoire qu'il dirige.

1887. N.-C. KINDBERG, *Cinclidotus falcatus* Kindb. n. sp. (in *Revue bryologique*, 1887, n° 3, p. 43).
 1887. IBID., *Contribution à la flore bryologique de la Grèce* (loc. cit., n° 4, pp. 52-54).
 1887. IBID., *Nouvelles contributions à la flore bryologique de la Grèce* (loc. cit., n° 6, p. 90).
 1894. J. BREIDLER in HALÁCSY, *Botanische Ergebnisse einer im Auftrage der hohen kaiserl. Akademie der Wissenschaften unternommenen Forschungsreise in Griechenland : I. Beitrag zur Flora von Epirus*. Moose, pp. 260-262. Vienne, 1894.
 1894. ID., loc. cit. : IV. *Beitrag zur Flora von Achaia und Arcadien*. Moose, p. 519-521.

SIBTHORP et SMITH citent quarante-six espèces ; mais une partie de celles-ci ne sont signalées qu'au mont Athos, dans la Chalcidique, ou dans les environs de Constantinople. Je négligerai ces dernières pour ne m'occuper que de celles de Grèce. Il reste ainsi un total de vingt-trois Mousses et de quatre Hépatiques au sujet desquelles il y a peu d'observations à faire, car ce sont en général des espèces très répandues et facilement reconnaissables. Quelques-unes seules prêtent à un examen critique qui sera fait à leur propos. Les indications de station et de localité sont données généralement d'une façon fort vague par les précédents auteurs.

BORY DE SAINT-VINCENT n'a fait que répéter dans la *Flore du Péloponèse* les indications publiées antérieurement dans l'*Expédition scientifique en Morée*. Il énumère vingt-deux Mousses et quinze Hépatiques dont quatorze nouvelles.

En comparant les Hépatiques aux Mousses, on trouve une proportion extraordinaire, montrant que les membres de l'expédition de Morée ont été assez heureux, quant à la récolte des premières, surtout si l'on considère que, sur les quinze, il en est dix dont l'appareil végétatif est formé d'un thalle. Le ciel de Grèce, si serein d'ordinaire, et peu clément aux plantes qui aiment la terre humide, réservait-il donc toutes ses ondées à l'expédition scientifique ?

Les indications relatives à chaque espèce sont certainement bien plus complètes et plus précises dans le travail de Bory que dans le précédent et le suivant. Chacune, en effet, est accompagnée d'une diagnose latine en trois ou quatre lignes. Il est regrettable que celle-ci pêche par deux défauts fondamentaux : d'une part, le peu de précision des caractères, d'autre part, le mode même de confection des diagnoses, car elles ont été copiées sur

des auteurs quelconques et non basées sur les échantillons récoltés en Grèce ; il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer que les *fruits* de plusieurs espèces sont décrits dans la diagnose alors que l'auteur dit plus loin qu'il n'a pas vu la plante à l'état fertile.

On peut faire, dans cette énumération, trois parts inégales : 1° le plus grand nombre est formé par des espèces non douteuses ; 2° quelques-unes sont manifestement indiquées par erreur, mais il est possible de pressentir ce qui existe à leur place ; 3° d'autres, enfin, ne sont pas moins douteuses, mais il est impossible de savoir de quoi il s'agit exactement. Chaque plante comprise dans l'un ou l'autre de ces derniers groupes sera l'objet d'une note succincte.

Il est parfaitement inutile, je pense, de chercher à établir qu'en 1830 la bryologie était une science plus qu'embryonnaire et que les rares microscopes dont disposaient les savants n'étaient guère employés aux travaux de détermination ou même de spécification.

Doit-on, pour cette raison, délaissier les publications anciennes traitant des végétaux inférieurs ? Ce serait certainement une faute, car, en dehors des renseignements très exacts qu'on est certain d'y trouver, les erreurs elles-mêmes ne sont pas inutiles. Derrière l'erreur se cache un fait réel, il suffit de le découvrir ; c'est l'affaire des chercheurs, mais on part plus volontiers en chasse quand on sait qu'il y a quelque chose à chasser. J'espère montrer, d'autres fois encore, que les botanistes ne perdront pas leur temps en Grèce, s'ils savent regarder !

A la suite de l'expédition de Morée, trente années s'écoulaient avant de nous laisser une nouvelle notice sur les Muscinées de Grèce. UNGER donne d'abord, dans son livre, une étude détaillée des diverses sources et il cite les Mousses qu'il y a recueillies (*loc. cit.*, pp. 27-29) ; il indique ensuite les caractères de la flore des stations qu'il a visitées, principalement Céphalonie et Eubée (*loc. cit.*, chap. V et VI), en signalant à l'occasion quelques Mousses et Hépatiques et, enfin, dresse le tableau systématique de ses récoltes bryologiques avec indication des localités où elles ont été collectées. Aucune autre annotation n'accompagne cette liste, si ce n'est la description des *Neckera cephalonica* Jur. et Unger et *Neckera turgida* Jur. Unger énumère ainsi 72 Mousses, dont 54 sont nouvelles, et 3 Hépatiques seulement, dont une nouvelle : *Plagiochasma Aitonia* Linbd. et Nees. Rien, depuis lors,

n'a été publié sur les Hépatiques jusqu'à aujourd'hui, si ce n'est l'énumération de quatre espèces par BREIDLER.

En 1883, Th. DE HELDREICH apporte une contribution importante à la connaissance des plantes phanérogames de l'île de Céphalonie ; mais, quant aux Muscinées, il se borne à citer d'après UNGER celles que ce dernier avait indiquées à Céphalonie, sauf cependant une espèce : *Gymnostomum tenue* Schrad, qu'il a découverte lui-même.

En 1886, A. GEHEEB donne dans *Flora* une liste de Mousses recueillies par HELDREICH, pour la plupart « aux environs d'Athènes ». Cette liste, toute sèche, n'est pas accompagnée d'indications plus précises de localités ; elle renferme vingt et une espèces dont huit nouvelles pour la Grèce.

C'est également HELDREICH qui, d'Athènes où il habitait, fournit à KINDBERG des échantillons de Mousses recueillis soit par lui-même, soit par le P^r ORPHANIDIS. Grâce à ces envois, Kindberg décrit d'abord le *Cinclidotus falcatus*, puis publie deux notices sur la *Flore bryologique de la Grèce*, la première avec indication de localités et la seconde sans aucun renseignement de cette nature. Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'il n'ait pas connu les publications antérieures à ce sujet. « P^r G. ORPHANIDIS et D^r HELDREICH, dit-il, sont probablement les seuls botanistes qui aient récolté des mousses en Grèce. » Et cependant, la première de ces deux notices renferme toutes les Mousses signalées par UNGER à Céphalonie, avec attribution de leur découverte à UNGER lui-même. L'ensemble de ces deux notes renferme soixante et onze espèces, sur lesquelles vingt-quatre sont nouvelles pour la flore de Grèce.

En 1894, à la suite des voyages en Grèce où le botaniste autrichien HALÁCSY s'est employé surtout à l'examen de la flore phanérogamique, BREIDLER publie deux listes de Muscinées, l'une pour l'Épire, l'autre pour l'Achaïe et l'Arcadie. Ensemble, elles contiennent l'énumération de quatre espèces d'Hépatiques, dont trois nouvelles pour la Grèce, et quarante-neuf Mousses, dont treize nouvelles.

Enfin les nombreux échantillons recueillis par MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN et quelques-uns communiqués par M. TOUNDAS se rapportent à cent vingt-sept espèces de Mousses dont cinquante-quatre nouvelles, et trente et une d'Hépatiques dont vingt-deux étaient inconnues jusqu'ici en Grèce.

Si l'on remarque que ces botanistes ont accompli leur mission pendant une période d'été, au cours de laquelle les pays parcourus sont brûlés par le soleil méditerranéen ; que, d'autre part, leur attention s'est portée principalement sur les Phanérogames et les Champignons, alors que la recherche des Muscinées exige une exploration minutieuse, longue, voire même une habitude appropriée, l'on jugera, comme moi, je l'espère, que ce résultat ne peut qu'encourager les chercheurs à parcourir les mêmes régions ⁽¹⁾.

III. Catalogue raisonné des Muscinées de la Grèce

Ainsi que je l'ai annoncé antérieurement, ce catalogue renfermera toutes les Muscinées actuellement connues dans la presque île hellénique et les îles qui en dépendent ; je me conformerai aux indications données par MM. RENÉ MAIRE et PETITMENGIN dans la publication des Phanérogames de la même contrée ; la date de la récolte sera toujours indiquée, bien qu'elle n'ait pas grand intérêt, semble-t-il, pour les échantillons stériles. Les noms et l'ordre adoptés sont pris, pour les Mousses, dans la flore française de HUSNOT (*Muscologia gallica*. Paris et Cahen, 1884-1890) et pour les Hépatiques, dans celle de l'abbé BOULAY (*Muscinées de la France*, 2^e partie, *Hépatiques*. Paris 1904.) Le lecteur pourra donc se reporter à ces excellents ouvrages ⁽²⁾ ; je ne donnerai la synonymie du nom adopté que dans le cas où la même plante aura été citée sous un nom différent par les auteurs de publications sur la Grèce. Enfin, ces auteurs seuls seront cités à propos des plantes qu'ils ont signalées dans une publication, sans rappeler les noms des botanistes qui les ont récoltées.

⁽¹⁾ Mon ami René Maire voudra bien accepter les vifs remerciements que je lui adresse ici, pour la communication de documents qu'il m'eût été difficile de me procurer moi-même.

⁽²⁾ On peut considérer qu'il en résulte une discordance dans la façon de grouper les Mousses d'une part, les Hépatiques de l'autre ; cette discordance eût été facile à supprimer en inversant, par exemple, l'ordre des Hépatiques ; mais cela n'a aucune importance, car, s'il est absurde de concevoir les Mousses comme formant une seule série linéaire, ainsi que les Hépatiques, il l'est davantage de concevoir les Muscinées comme une série linéaire unique. Les Mousses sont probablement plus proches parentes des Hépatiques les plus simples que des plus compliquées, de même qu'un *Polytrich* est plus éloigné d'un *Hypnum* que ne l'est sans doute un simple *Phascum*, chose dont on ne se douterait pas en lisant une *Flore*.

HÉPATIQUES

Frullania Radd.

F. dilatata Dum.

Pélion, sur les troncs de cyprès, près de Zagora, 500 mètres, 14/10, n° 2796.

Taygète, sur les troncs de *Pinus laricio*, 1 000 mètres, 25/10, n° 2815.

Parnasse, troncs d'*Abies cephalonica*, vers 1 200 mètres, 20/8, n° 2690.

Environs de Kalendini (Épire), sur des platanes. — Mont Olonos, région des sapins, avec périanthes (Breidler).

Madotheca Dum.

M. rivularis (Nees) Boul.

Ossa, ruisselets et suintements des rochers de micaschistes dans les hêtraies, vers 1 200-1 300 mètres, 17/10, nos 2645, 2692.

Pinde : mont Zygos, ruisselets sur les schistes dans les hêtraies, vers 1 400 mètres, 13/10, n° 2409.

Taygète, bords d'une source, sur schistes, au-dessus de Boliana, 1 300 mètres, 23/10, n° 2476.

Panakhāikon (Voïdhias), région des sapins (Breidler).

Radula Dum.

R. complanata Dum.

Épire, sur les troncs de *Carpinus duinensis*, le long du Sarandaporos, entre Vourgareli et Kalendini, 350-400 mètres, 18/9, n° 2833.

Mont Kissavos (Ossa), sur les troncs, dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2467.

Mont Olonos, région des sapins. — Environs de Kalendini, sur des platanes (Breidler).

Scapania Dum.

S. compacta Dum. = *Jungermannia compacta* Roth.

« *Caule procumbente simpliciusculo. Foliis subæqualiter bilobis conduplicatis rotundatis integerrimis vel subcrenulatis. Fructu terminali calycibus oblongis compressis incurvatis ore truncato crenulato.* »

Fl.... entre « Carytène » et « Diaforti », endroits humides et sablonneux, lit des torrents (Bory).

OBSERVATIONS. — La diagnose donnée par Bory peut s'appliquer au *Scapania compacta*; mais l'auteur ne l'a pas faite d'après ses échantillons; il annonce, en effet, qu'il n'a pas trouvé les fleurs. Je ferai remarquer à ce sujet que *Sc. compacta* est une plante très fertile et, d'autre part, qu'elle évite les lieux tourbeux ou très humides. (Cf. BOULAY, *Muscinées de la France*, 2^e partie, Hépatiques, p. 24.)

S. sp. — Voisin du *S. Bartlingii* Nees ? (D^r F. Camus).

Parnasse, rochers calcaires alpins, au lieu dit Trypios-Vrakhos, 2 400 mètres, 20/7, n° 2521.

S. æquiloba Dum.

Pinde, forêts d'*Abies cephalonica*, sur les schistes au-dessus de Krania, vers 1 200 mètres, 10/9, n° 2608.

S. resupinata Dum. = *Jungermannia resupinata* L.

« *Caule erecto subramoso. Foliis bilobatis complicatis ovato-rotundatis obtusiusculis denticulatis. Fructu terminali calycibus compressis truncatis ore crenato.* »

Fl.... Phigalée dans la Nêda. Lieux humides dans la forêt de Koubeh (Bory).

OBSERVATIONS. — Diagnose également très vague; d'autre part, le *S. resupinata* croît sur les rochers siliceux secs. (Cf. BOULAY, *loc. cit.*, p. 28.)

S. irrigua Dum.

Pélion, ruisselets dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, 1 200 mètres, 15/10, n° 2169, 2675.

S. curta Dum.

Mont Kissavos (Ossa), à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 200 mètres, 18/10 (D^r F. Camus det.), n° 2473.

Cephalozia Dum.

C. divaricata (Sm.) Heeg.

Ghiona, bords d'une source sur les tufs ophitiques, au lieu dit Karvouni, vers 1 850 mètres, 26/7, n° 2669.

Saccogyna Dum.

S. graveolens Linbd. = *Jungermannia graveolens* Schrad.

« Fl.... lit du torrent de Sapience. Marathonisi et Naxie, à terre dans le bassin de Drymalia. » (Bory.)

Chiloscyphus Cord.

C. polyanthus Cord.

Pélion, ruisseaux dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, 1 200 mètres, 15/10, n° 2170.

Lophocolea Dum.

L. minor Nees, var. *erosa* Nees.

Pinde, mont Zygos, sur la terre humide dans les hêtraies, schistes, 1 400-1 600 mètres, n° 2661.

Pinde, forêts de sapins sur les schistes à Krania, 1 200 mètres, dans des touffes de *Plagiochila asplenoides*, 10/9, n° 2481.

Plagiochila Dum.

P. asplenoides Dum.

Var. β *minor* Nees.

Pinde, forêts de sapins à Krania, schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2481.

Var. γ *humilis* Nees.

Mont Kissavos (Ossa), à terre et sur les rochers schisteux dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2440, 3011.

Pinde, forêts de sapins sur les schistes à Krania, 1 200 mètres, 10/9, n° 2609.

Parnasse, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 20/7.

P. interrupta Dum.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n° 2507 (D^r F. Camus det.).

Lophozia Dum.

L. Schreberi (Nees) N. B.

Pélion, hêtraies vers 1 100-1 200 mètres, dans une touffe de *Dicranum scoparium*, forme à amphigastres, 14/10, n° 2428.

L. inflata (Huds) Howe.

Jungermannia inflata β *major* Lindb.

« *Caule ramoso elongato ramulis attenuatis. Foliis remotis semi-verticalibus ovato emarginato acute bifidis.* »

Fl.... lieux frais, sol arénacé (Bory).

OBSERVATIONS. — Je ne sais de quelle plante il est question, mais si on remarque les stations signalées, on peut affirmer qu'il ne s'agit pas du *Loph. inflata*, qui croît dans les tourbières, les marais tourbeux, les fossés inondés et les marécages. (Cf. BOULAY, loc. cit., p. 103.)

L. turbinata (Radd.) Steph.

Attique (leg. V. Toundas), n° 3035 (Dr F. Camus det.).

Aploxia Dum.

A. riparia Dum.

Ghiona, rochers calcaires suintants, au lieu dit *Platyliθος*, 1 400 mètres, 26/7, pieds ♂, n° 2491.

Mesophylla Dum.

M. crenulata Corb.

Ossa, sur les rochers de micaschiste et sur la terre dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, en mélange avec *Diphyscium foliosum*, 17/10, n° 2651.

M. hyalina Corb. = *Jungermannia hyalina* Lyell.

Près de Modon, à terre, entre les rochers frais et sur les parois des torrents (Bory).

M. scalaris Dum.

Mont Kissavos (Ossa), à terre dans les forêts de hêtres, micaschistes, 1 200 mètres, 18/10 (Dr F. Camus det.), n° 2473.

Marcupella Dum.

M. emarginata Dum.

Pélion, à terre dans les châtaigneraies, près Zagora, sur les schistes, 15/10, n° 2151 (Dr F. Camus det.).

Mont Kissavos (Ossa), à terre dans les forêts de hêtres, micaschistes, 1 200 mètres, 18/10, n° 2473 (Dr F. Camus det.).

M. Funckii Dum.

Ossa, sur les rochers de micaschiste et sur la terre dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, en mélange avec *Diphyscium foliosum* et *Mesophylla crenulata*, 17/10, n° 2652 (Dr F. Camus det.).

Fossombronia Radd.

Fossombronia sp.

Taygète, rochers schisteux, dans les forêts de pins, au-dessus de la Langadha, entre Sparte et Kalamata, 1 000 mètres, 25/10, n° 2665.

Pellia Radd.

P. epiphylla Cord. ?

Attique (ex herb. Sartori), n° 2677, stérile, mais ses dimensions m'engagent à la considérer comme *P. epiphylla*.

OBSERVATIONS. — Bory de Saint-Vincent a décrit une espèce qui aurait sa place ici : « *Jangermannia succiformis*, Bory, pl. XXXVII, fig. 1. *Frondibus planis enervis laciniatis dilatato flabellatis. Laciniis linearibus planis integerrimis dichotomis obsolete alternis obtuse truncatis. Fructibus ?*

« En masses flottantes à grande eau ou croissant contre les pierres en touffes noirâtres cespiteuses (cf. fig. 42 C. t. 74 de Dillen, qui en donne une assez bonne idée), dans la réserve d'un moulin du voisinage de l'Alphée, près de Carithène.

« OBSERVATIONS. — Cette singulière plante, dont nous avons en vain cherché les traces de la fructification dans le grand nombre d'individus soumis à notre investigation, est bien certainement une Jungermanniée de la division des Énerves, voisine du *Pinguis* et de l'*Apiphylla* (sic) par sa couleur et sa consistance, mais très distincte par ses proportions bien plus fortes et par la multitude des divisions des frondes, où la dichotomie et la disposition donnent assez régulièrement la figure en éventail. Elle a quelque chose du *Jung. hibernica* d'Hooker t. 78, mais celle-ci, moins divisée, d'un vert tendre et plus large, est munie d'une nervure. On dirait la fronde de certaines espèces d'Hydrophytes, des genres *Chondrus* ou *Sphærococcus*. » (BORY.)

En somme, tous ces renseignements vagues nous disent fort peu de choses, mais les aquarelles de Bory parlent plus clairement. Il s'agit sans nul doute d'une forme submergée, très ramifiée, très verte, et de dimensions très variées, du *Pellia epiphylla*. Il est absolument impossible de fonder une espèce sur des échantillons stériles, dans un groupe qui est aussi sensible aux conditions de milieu et qui présente des caractères morphologiques aussi vagues et insignifiants.

P. Fabroniana Radd. = *P. calycina* Nees ?

Pinde, forêts de sapins sur schistes, Krania, 1 200 mètres, 11/9, n° 1715 (Dr F. Camus det.).

Dilæna Dum.

D. Lyellii Dum. = *Jungermannia Lyellii* Hook.

Route de Navarin, près de la forêt de Koubeh, parois des ravins et lieux frais des bois (Bory).

Aneura Dum.

A. sinuata Dum. ?

Arcadie, sur le sol schisteux, dans les forêts de chênes, près du monastère Agios Georgios, 1 000 mètres, 10/8 (Dr F. Camus det.).

A. pinguis = *Jungermannia pinguis* L.

Béotie, Argolide (Sibthorp et Smith).

Sphærocarpus Mich.

S. terrestris Sm.

Terre grasse des champs (Bory).

Marchantia (L.) Radd.

M. polymorpha L.

Mont Katavothra (Æta), près des ruisseaux, au lieu dit Veloukhi, sur calcaire, 1 500 mètres, 29/7, n° 1553; fertile.

Pinde, mont Peristeri, pelouses tourbeuses, vers 2 000 mètres, 15/9, n° 2612; avec corbeilles à propagules.

Pélion, ruisselets sur les micaschistes dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, 14/10; stérile.

Péloponèse (Sibthorp et Smith).

Lunularia Mich.

L. cruciata (L.) Dum. = *L. vulgaris* Mich.

Taygète, rochers schisteux humides, près de Lada, 800 mètres, 25/10, n° 2484.

Phocide, fontaine Castalie, près de Delphes, sur calcaire, 550 mètres, 18/7, n° 2445; frondes ♀ jeunes.

Philatra, entre Arcadia (Kyparissia) et l'embouchure de la Nêda, lieux frais et obscurs (Bory).

Kerkyra, près d'une fontaine, au mont Deca; Eubée, près de Chalcis, dans un aqueduc (Kindberg).

Fegatella Radd.

F. conica Cord.

Parnasse, suintements des rochers calcaires, au lieu dit η Μάσσα τοῦ νεροῦ, 1 600 mètres, 21/7, n° 2401.

Pinde, rochers schisteux humides dans les forêts de sapins, à Krania, 1 200 mètres, 10/9, n° 2604.

Laconie, mont Malevo, Agios Petros, 4/6/1846 (leg. Sartori).

Preissia Cord

P. commutata Nees.

Parnasse, rochers calcaires humides, 1 600 mètres, 21/7.

Fimbriaria Nees.

F. fragrans Nees.

Parois terreuses et fraîches des torrents, en arrivant à la forêt de Koubeh, par l'aqueduc de Navarin et au pourtour d'Androussa (Bory).

Grimaldia Radd.

G. dichotoma Radd.

Rosettes irrégulières ou plaques fortement adhérentes contre la terre rouge et humide de l'interstice des rochers, à la base ou sur le flanc des hauteurs, notamment au pourtour de Modon, de Scardamoula et de Marathonisi (Bory).

Reboulia Radd.

R. hemisphærica Radd. = *Grimaldia hemisphærica* Linbd.

Parnasse, rochers calcaires humides, aux lieux dits Gournà et ἡ Μάννα τοῦ νεροῦ, 1 600 mètres, 21/7, n° 2519 (D^r F. Camus det.).

Épire, terre sablonneuse (grès du flysch), dans les bois de *Quercus ilex*, entre Voulgareli et Kalendini, 400 mètres, 22/9, n° 2395 (D^r F. Camus det.). Mêmes lieux que *Grimaldia dichotoma* et à Naxie, dans des sites analogues (Bory).

Mont Tsoumerka; fertile (Breidler).

Plagiochasma L. et L.

P. Aitonia Linbd. et Nees.

Eubée, près de Loto, Céphalonie (Unger).

Targionia (Mich.) L.

T. hypophylla L.

Laconie : Sparte, Mistra, Trypi, Anogia, sur les murs humides; très fréquent, fertile, 1904.

Messénie (Sibthorp et Smith).

Entre Scardamoula et Androuvasta, à Tine, au village de Koumaro, rochers aux lieux frais (Bory).

Riccia L.

R. natans L.

Thessalie : Laspokhori, source à la sortie de la vallée de Tempé, 7/9, n° 1150.

Argolide (Sibthorp et Smith).

R. crystallina L.

Tine — Naxie — Plaine de Modon — Arcadie, sur la terre grasse et humide (Bory).

R. fluitans L.

Étolie, marais entre les lacs Trikhonis et d'Angelo-Kastro, 24/9, n° 1995.

Près de Nisi, sur les fossés, et dans le bassin du Pamisus (Bory).

Anthoceros L.

A. lævis L.

Parois terreuses du torrent de Koubeh et de la Nêda. — Messène (Bory).

Kerkyra, mont Deca. — Eubée, dans les bois (Unger).

MOUSSES ACROCARPES

Hymenostomum R. Br.

H. tortile Br. E.

Pinde, rochers schisteux à Moutsoura, 1 200 mètres, 18/9, n° 1939 (Dr F. Camus det.).

Gyroweis Schpr.

G. tenuis Schpr. = *Gymnostomum tenue* Schrad.

Céphalonie : Kastro Agios Georgios, sur les murs, septembre; fertile (Heldreich).

Gymnostomum Hedw.

G. calcareum N. et H.

Acarnanie, suintements des rochers calcaires de la gorge dite Νεπορροδής, au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 900-1 000 mètres, 12/7, n° 2505, pied ♀.

Mont Pentélique; fontaine Aréthuse, Ithaque (Unger).

Var. *γ viridulum*.

Kerkyra (Unger).

Eucladium Br. E.

E. verticillatum Br. E.

Ghiona, suintements des rochers calcaires, lieu dit Platylithos, 1 400 mètres, 26/7, n° 2459; fertile.

Parnasse, même station, lieu dit τὴ Μόρνα τοῦ νεροῦ, 1 500 mètres, 26/7, n° 2403.

Mont Ziria (Kyllini), dans une grotte, au lieu dit τοῦ πουλιῶ ὁ ὄχθος, sur calcaire, 1 700 mètres, 9/8, n° 2492.

Kerkyra (Unger).

Fontaine Aréthuse, Ithaque (Unger).

Sans localité (Kindberg).

Environs de Patras (Breidler).

Weisia Hedw.

W. viridula Brid. var. *amblyodon* Brid.

Pélion, châtaigneraies à Zagora, sur le sol siliceux (micaschistes), 500-600 mètres, 15/10, n° 2134; fertile.

Var. *gymnostomoides* Brid, *ibid.*, n° 2618; fertile.

Dicranella Schpr.

D. heteromalla Schpr.

Pinde : mont Zygos, à terre dans les forêts de hêtres, schistes, 1 400-1 600 mètres, n° 2633 (pieds ♀).

D. varia Schpr.

Eubée, avec *Funaria hygrometrica* (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Dicranum Hedw.

D. scoparium Hedw.

Pinde, forêts de sapins près Krania, schistes, 1 100 mètres, 11/9, n° 2480 (fertile), n° 2532.

Mont Kissavos (Ossa), à terre et sur les rochers schisteux dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, 15/10, n° 2430; fertile.

Var. *curvulum* Schpr.

Pélion, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 200 mètres, n° 2427.

Var. *recurvatum* Schl.

Achaïe, à terre, dans les forêts, au-dessus du monastère du Megaspilaion, calcaire, 1 000 mètres, 14/8, n° 2389.

D. strictum Schl.

Thessalie (Kindberg).

Fissideus Hedw.

F. pusillus Wils.

Acarnanie, sur les rochers calcaires, près du monastère de Romvo, mont Ypsili-Koryphi, 10/7, 1 000 mètres, n° 2506; fertile.

Kerkyra, janvier 1901 (leg. V. Toundas), n° 2699.

Parnasse, entre Corycien, rochers calcaires, 1 300 mètres, n° 223 (mission de 1904, F. Renauld det.).

F. incurvus Hedw.

Mont Neriton, Ithaque, caverne (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

F. taxifolius Hedw. = *Dicranum taxifolium* Swartz.

Mont Kissavos (Ossa), à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2520.

Corinthe, sur la terre schisteuse, dans les forêts de *Quercus conferta*, près du monastère d'Agios Georgios, au-dessus du lac de Phonia, 1 000 mètres, 10/8, n° 2762.

Taygète, terrains schisteux dans les forêts de pins, entre Sparte et Kalamata, 1 000 mètres, 25/10, n° 2434.

Élide (Sibthorp et Smith).

F. decipiens de Not.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 200 mètres, n° 2422.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, n° 2504.

F. adianthoides Hedw.

Achaïe, à terre, dans les forêts au-dessus du monastère du Megaspilaion, 1 000 mètres, calcaire, n° 2643.

Ceratodon Brid.

C. purpureus Brid.

Ossa, forêts de hêtres, sur le sol, micaschistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2446; fertile.

Pélion, Zagora, dans les forêts de châtaigniers, vers 500-600 mètres, micaschistes, n° 2622; fertile.

Pentélique; Eubée (Unger).

Leptotrichum Hpe.

L. flexicaule Hpe.

Parnasse, rochers calcaires alpins, vers 2 300 mètres, 20/7, n° 2522, 3025.

Var. *densum* Schpr, *ibid.*, n° 3018.

Tsoumerka, avec *Reboulia hemisphærica*. Khelmos (Breidler).

Distichium Br. E.

D. capillaceum Br. E.

Acarnanie, rochers calcaires, mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 1 000 mètres, 12/7, n° 2463; fertile.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n°s 3002, 2883, 3024.

Parnasse, rochers calcaires alpins, lieu dit Trypios-Vrakhos, 2 400 mètres, 20/7, n°s 3023, 3030, 2387.

Sans localité (Kindberg).

Acaulon Müll.

A. muticum Müll. var. *cuspidatum* Schpr. = *Acaulon piligerum* de Not.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Phascum L.

P. cuspidatum Schreb. ♂ *piliferum*.

Pentélique (Unger).

P. rectum Smith.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Ile de Syros (Kindberg).

P. curvicollum Hedw.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Pottia Ehr.

P. cavifolia Ehr.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Var. *epilosa* Schp.

Environs d'Athènes (Geheeb).

P. minutula Br. E.

Sans localité (Kindberg).

P. Starkeana C. Müll.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Sans localité (Kindberg).

Didymodon Hedw.

D. rubellus Br. E.

Mont Ziria (Kyllini), au-dessus de Ghoura, dans les forêts de pins, sur le calcaire, 1 700 mètres, 9/8, n° 2413; fertile.

Tsoumerka, avec *Reboulia hemisphærica*, fertile. — Khelmos (Breidler).

D. luridus Hornsch.

Près de Kalendini, sur des platanes; fertile. — Khelmos (Breidler).

Trichostomum Hedw.

T. tophaceum Brid.

Eubée, environs de Kymé, dans les fontaines (Unger).

T. rigidulum Sm.

Athènes (Unger).

T. flavovirens Bruch.

Kerkyra, mont Deca (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

T. nitidum Lindb.

Environs de Patras (Breidler).

T. mutabile Bruch.

Ithaque, rochers calcaires (Unger).

T. crispulum Bruch.

Taygète, terrain schisteux, parmi les oliviers, en dessous de Lada, 600-800 mètres, 25/10, n° 2345.

Kerkyra, mont Deca (Unger).

Environs de Patras (Breidler).

T. anomalum Schpr.

Attique et Syros (Kindberg).

T. Barbula Schw.

Parmi *Selaginella denticulata*, parois rocailleuses du torrent de Modon (Bory).

Kerkyra, à Lefkimo; Ithaque, fontaine Aréthuse (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Barbula Hedw.

B. rigida Schul.

Attique (Kindberg).

B. ambigua Br. E.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Ile de Syros (Kindberg).

B. aloides Br. E.

Kerkyra, terres argileuses, à Lefkimo; environs d'Athènes (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Attique (Kindberg).

OBSERVATIONS. — Sibthorp et Smith citent *Tortula rigida* Swartz aux environs d'Athènes. Cette indication est vague et peut se rapporter à l'une ou l'autre des trois espèces précédentes. Dans l'*Index bryologicus* de Paris on ne trouve pas *T. rigida* Swartz, mais *Tortula rigida* Schrad. = *Barbula rigida* Schultz, *T. rigida* Brid. = *B. ambigua* Br. E. et *T. rigida* Sm. = *B. aloides* Fûrn. Il est certain que la distinction entre ces trois espèces est difficile, même au microscope, et que l'indication de Sibthorp et Smith est imprécise.

B. membranifolia Hook.

Épire, rochers calcaires du mont Tsoumerka, près de Theodhorigiana, 1 100 mètres, 18/9, n° 2749; fertile.

Environs d'Athènes (Geheeb).

B. chloronotos Bruch.

Athènes (Unger).

B. cuneifolia Brid.

Hymette, sur schistes, près Kaisariani, 6/7, n° 2629; fertile.

Kymé et Athènes (Unger).

Environs d'Athènes (Kindberg).

B. marginata Br. E.

Kerkyra; mont Pentélique (Unger).

B. muralis Timm. = *Tortula muralis* (Hedw.).

Taygète, sur le mortier calcaire des murs du monastère de Zerbitsa, 450 mètres, 23/8, n° 2851; fertile.

Attique: monastère de Daphni, sur les murs calcaires, 29/9, n° 2028; fertile.

Delphes, sur les rochers calcaires, 600 mètres, 19/7, n° 2416; fertile.

Fréquent en Grèce (Sibthorp et Smith).

Kerkyra, vieux murs; Céphalonie, mont Ainos; Eubée, à Steni (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Attique (Kindberg).

Environs de Patras; fertile (Breidler).

Var. *incana*.

Céphalonie (Unger).

B. canescens Bruch.

Eubée, à Loto, 1 000 mètres (Unger).

Attique (Kindberg).

B. unguiculata Hedw.

Taygète, forêts de pins, sur schistes, au-dessus de la Langadha de Trypi, 25/10, n° 2663.

Attique (ex herb. Sartori) [D^r F. Camus det.].

Kerkyra, mont Deca (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Ile de Syros (Kindberg).

Environs de Kalendini, sur platane; fertile (Breidler).

B. fallax Hedw.

Hymette, terrains schisteux, près de Kaisariani, 350-400 mètres, 5/7, n° 2406; fertile.

Ile de Syros (Kindberg).

B. vinealis Brid.

Céphonie, mont Ainos (Unger). Donnée comme douteuse.

Environs d'Athènes (Geheeb).

B. cylindrica Tayl.

Parnasse, forêts sur le plateau du Livadhi, calcaire, 1 200 mètres, 19/7, n° 2386.

Taygète : rochers schisteux dans les forêts de pins, au-dessus de la Langadha de Trypi, entre Sparte et Kalamata, 1 000 mètres, 25/10, n° 2455.

Olonos, région des sapins (Breidler).

B. revoluta Schw.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires alpins, 2 000-2 400 mètres, 8/8, n° 2502.

Kerkyra, murs (Unger).

Khelmos, avec *Didymodon rubellus* (Breidler).

B. convoluta Hedw.

Taygète, à terre, dans les forêts de Conifères, calcaire, 1 000 mètres, 24/10, n° 2415; fertile.

Khelmos, sur la terre calcaire, dans la vallée du Styx, 1 500 mètres, 13/8, n° 2742.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

B. tortuosa W. et M.

Acarnanie, rochers calcaires près du monastère de Romvo, mont Ypsili-Koryphi, 1 000 mètres, 10/7, n° 2667.

Parnasse, rochers calcaires alpins et sur les sapins, 1 500 mètres, 19/7, n° 2517, 2414, 3017.

Épire, rochers calcaires au mont Tsoumerka, près de Theodhorigiana, 1 100 mètres, 18/9, n° 2695.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n° 3001, 2399.

Sans localité (Kindberg).

Olonos, région des sapins ; Tsoumerka, fertile (Breidler).

B. inclinata Schw.

Attique (Kindberg).

B. squarrosa Brid.

Attique (ex herb. Sartori), n° 2683.

Kerkyra à Bragagniotica (Unger).

B. subulata P. B. = *Tortula subulata* Hedw.

Pélion, à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 200 mètres, 14/10, n° 2656 ; fertile.

Parnasse, rochers calcaires alpins, 2 400 mètres, 20/7, n° 3022 ; fertile.

Ibid., forme voisine de la var. *subinermis* Br. E., mais se rapprochant du *B. inermis* Bruch., n° 2515 ; fertile.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires près du sommet, 2 300-2 400 mètres, 8/8, n° 2466 ; fertile.

Argolide (Sibthorp et Smith).

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Kalendini, sur platane, fertile ; Tsoumerka, fertile (Breidler).

Var. *integrifolia* Boul.

Pélion, châtaigneraies à Zagora, schistes, 500 mètres, 15/10, n° 2135 ; fertile.

Var. *subinermis*.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

B. inermis Bruch.

Parnasse, fentes ombreuses des rochers calcaires alpins, 2 000-2 300 mètres, 20/7, n° 2897 ; fertile.

Étolie, rochers de serpentine, près de Mavrolithari, 800-1 000 mètres, 28/7, n° 2433 ; fertile.

Olonos ; Khelmos, fertile (Breidler).

Céphalonie, mont Ainos ; Eubée, près de Loto (Unger).

B. ruraliformis Besch.

Taygète : Boliana, forêts de Conifères, vers 1 000 mètres, calcaires et schistes, 23/10, n° 2672.

B. ruralis Hedw. = *Tortula ruralis* Ehr. = *Syntrichia ruralis* Brid.

Mont Katavothra (Ceta), rochers calcaires, vers 1 500 mètres, 29/7, n° 2453, fertile; n° 2753, 2513.

Étolie, rochers schisteux dans le ravin dit Arkhouthorevma, près Mavrolithari, 1 000-1 100 mètres, 28/7, n° 2499.

Pinde, sur un tronc de *Tilia*, dans les forêts, au-dessus de Khaliki, 1 300 mètres, 15/9, n° 2405; fertile.

Élide, Arcadie, environs d'Athènes (Sibthorp et Smith).

Taygète, mont Cotylus (Bory).

Céphalonie, mont Ainos, Gyphto-Kastro (Unger).

Thessalie (Kindberg).

Olonos, région des sapins, fertile; Panakhaïkon; Tsoumerka, avec *Reboulia hemisphærica* (Breidler).

Barbula papillosissima A. Coppey, sp. nov. (pl. II et III).

« *B. rurali* (*sensu stricto*) *affinis, a qua differt statura robustiore, caulibus nec non foliis crassioribus; cellulis (basalibus exclusis) hexagonis, membrana ad angulos crassiore, papilla unica cava cylindro-conica, apice dilatata nec non irregulariter ramosa, crassitudinem cellulæ æquante ornatis. Planta mascula et sporogonium ignota.* »

Hab. in fissuris rupium calcarearum alpinarum in cacumine occidentali montis « Khelmos » (Aroania), 2 100-2 300 mètres, 12/8, n° 3403.

OBSERVATIONS. — Cette plante ressemble aux formes vigoureuses et bien caractéristiques du *B. ruralis* Hedw. Les touffes, grisâtres à sec à la surface, sont vert noirâtre à l'état humide. Les tiges atteignent 6 à 8 centimètres, cela grâce à un mode d'allongement assez répandu chez les Mousses, et surtout les Barbules du groupe *ruralis*. D'abord simples et longues de 3-4 centimètres, elles forment, sous la fleur, une ou deux innervations longues de 12-15 millimètres; celles-ci à leur tour en forment d'autres et ainsi de suite.

Les tiges portent des touffes de radicules rouges plus ou moins régulières et qui gagnent également la base de la nervure des

feuilles (fig. *g*). Sur une coupe transversale, la tige présente un diamètre plus considérable et quatre ou cinq assises de cellules au pourtour, à parois plus fortement épaissies que chez *B. ruralis*.

Les feuilles sont appliquées contournées à l'état sec, étalées squarreuses à l'état humide, fortement carénées, à bord légèrement ondulé et révoluté jusque près du sommet (fig. *g* et phot. *e*). Sur les vieilles innervations, elles sont progressivement détruites et presque complètement disparues à la base des tiges.

La nervure est forte, rougeâtre, dentée sur le dos à partir du milieu et de plus en plus fortement jusqu'au sommet, prolongée par un poil blanc également fortement denté ; longueur du poil 2-3 millimètres, longueur du limbe 3-4 millimètres.

Cellules de la base rectangulaires, hyalines (phot. *d*) suivant une zone oblongue de chaque côté de la nervure (fig. *g*, *α*), zone bordée de cellules plus courtes, presque carrées, jaunâtres, passant progressivement aux cellules médianes et supérieures, hexagonales, à paroi légèrement épaissie aux angles, et portant chacune une papille cylindro-conique dilatée et ramifiée irrégulièrement à son extrémité, creuse, la cavité prolongeant la cavité cellulaire, longue comme l'épaisseur de la cellule proprement dite (fig. *f*, *h* et phot. *e*, *f*, *g*). Vues sur la surface du limbe, les cellules sont un peu plus petites que dans *B. ruralis* (fig. *h* et *i*), mais leurs parois séparatrices sont plus visibles que chez cette dernière, parce que la papille unique et très saillante de chaque cellule ne les masque pas. J'ai même pu photographier successivement, sur le limbe mis à plat, l'extrémité des papilles et les contours cellulaires en faisant deux mises au point distinctes (phot. *a*, *b*, *c*).

Les feuilles périchétiales ont la même structure, mais sont un peu plus ondulées, plus ou moins engainantes ; les plus internes ont un limbe rudimentaire, le poil restant au contraire bien développé. Les archégones, au nombre de six à douze, ont de 1 millimètre à 1^{mm}2 et sont entremêlées de paraphyses peu développées.

Malgré les variations du *B. ruralis* et des plantes voisines telles que *B. ruraliformis* Besch., *B. intermedia* Brid., ces mousses ont un tissu foliaire très peu variable, dont les parois cellulaires sont couvertes sur les deux faces de papilles nombreuses, formant quatre ou cinq groupes sur chaque cellule (fig. *i*)

et masquant même le contour cellulaire dans les portions les plus opaques, vers le sommet.

On remarquera ci-dessous que *B. intermedia* Brid. existe dans les mêmes stations du mont Khelmos ; les échantillons se trouvaient même dans un paquet unique, mais le *B. intermedia*, fertile d'ailleurs, est bien caractérisé, sans aucun passage au *B. papillosissima*.

B. intermedia Brid.

(Eta, le long des ruisseaux et torrents, dans les forêts de sapins de la vallée Karvounari-Rema, schistes, 800-1 200 mètres, 30/7, n° 2493 ; fertile.

Thessalie, rochers calcaires dans la vallée de Tempé, 7/9, n° 2813.

Mont Khelmos (Aroania), rochers calcaires alpins, 2 100-2 300 mètres, 12/8, n° 3045 ; fertile.

Sparte, sur les murs dans les ruines, 23/10, n° 2430 ; fertile.

Sans localité (Kindberg).

Panakhafkon, région des sapins, avec *Orthotrichum cupulatum* ; Kalavryta, fertile (Breidler).

Cinclidotus P. B.

C. aquaticus Br. E. = *Hedwigia aquatica* Hedw.

Contre les rochers inondés, dans le torrent de la forêt de Koubeh, et dans la réserve d'eau d'un moulin sur l'Alphée, à Carithène (Bory).

Var. *falcatus* (Kindb.) Par.

Argos, fontaine Erasini (Kephlovrysi), au pied du mont Chaon (Kindberg).

Grimmia Ehr.

G. apocarpa Hedw.

Ghiona, rochers calcaires subalpins, 1 900-2 000 mètres, 26/7, n° 2397 ; fertile.

Mont Katavothra (Eta), rochers calcaires, 1 500 mètres, n° 3019 ; fertile.

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 1 000 mètres, 10/7, n° 2490.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Khelmos ; Olonos ; près de Vourgareli, fertile (Breidler).

G. alpicola Limpr.

Mont Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 27/7, n° 2620, fertile (Dr F. Camus det.).

G. anodon Br. E.

Mont Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 100 mètres, 26/7, n° 2400; fertile.

G. leucophæa Grev. = *Dryptodon leucophæus* Brid.

Thessalie, rochers des Météores, au-dessus de Kalabaka, conglomérats arénacés, 500 mètres, 9/9, n° 2729 (Dr F. Camus det.).

Montagne de Sikina, à Tiné; laves de Metana en Argolide (Bory).

G. commutata Hübner.

Sans localités (Kindberg).

G. montana Br. E.

Mont Katavothra (Æta), sur les schistes, 1 500 mètres, 29/7, n° 2375; fertile.

G. orbicularis Br. E.

Pentélique, rochers (Unger).

G. pulvinata Sm. = *Dryptodon pulvinatus* Brid.

Hymette, à terre et sur les rochers schisteux, près du monastère de Kaisariani, 300-400 mètres, 5/7, n° 2460; fertile.

Pélion; Zagora, rochers de micaschistes, 500 mètres, 15/10, n° 2153; fertile.

Korydhalos, rochers calcaires, 2/3/1848 (leg. Heldreich); fertile.

Messénie, Arcadie, murs et troncs d'arbres (?) [Sibthorp et Smith].

Monts Ithome et Cotylus, sur les rochers (Bory).

Céphalonie, mont Ainos; mont Pentélique (Unger).

Près de Vourgareli et de Kalavryta; Khelmos, fertile (Breidler).

Var. *longipila* Schpr.

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, 1 000 mètres, 12/7, n° 2449; fertile.

G. trichophylla Grev.

Pélion, à Zagora, sur les rochers de micaschistes, 500-600 mètres, 15/10 (Dr F. Camus det.), n° 2144.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Olonos, région des sapins, avec *Barbula ruralis* (Breidler).

G. Hartmani Schpr. (pl. II et III).

Mont Kissavos (Ossa), sur les micaschistes dans les forêts de hêtres, 1 000-1 300 mètres, 18/10, n° 3031 et 2374; fertile.

OBSERVATIONS. — Le *Grimmia Hartmani* Schpr. est une mousse répandue sur les montagnes siliceuses de presque toute l'Europe et du Caucase. Malgré sa stérilité ordinaire, elle est très facile à distinguer de toute autre espèce par ses organes de végétation et surtout par des corpuscules pluricellulaires mûriformes que produisent généralement en abondance certaines feuilles modifiées de l'extrémité supérieure. Ces corpuscules caractéristiques paraissent manquer, selon PHILIBERT ⁽¹⁾, sur la plante fertile.

Il est très fréquent, en effet, que la multiplication végétative et la reproduction sexuée se balancent chez les plantes, et particulièrement chez les mousses; cependant, il n'est pas rare de trouver les deux modes de propagation non seulement dans une même touffe, mais encore sur une seule tige.

C'est ce que j'ai pu observer sur le *Grimmia Hartmani* du mont Kissavos; les corpuscules mûriformes n'y sont pas fréquents; mais c'est précisément en disséquant complètement une tige fertile que j'ai pu en trouver, non pas dans les feuilles périchétiales, bien entendu, mais sur des rameaux. Ces corpuscules se détachent d'ailleurs très facilement et il est rare qu'on puisse les observer en place, à moins qu'ils ne soient très jeunes et très incomplètement formés. Mais on reconnaît avec la plus grande facilité les feuilles qui les ont produits.

Beaucoup moins allongées que les autres, plus larges, peu ou pas canaliculées, elles sont remarquables surtout par leur difformité et par de grosses dents irrégulières et irrégulièrement disposées sur le sommet; ces dents constituaient le pédoncule des corpuscules, pédoncule qui se brise plus ou moins loin de son origine et dont une partie est assez souvent attenante au corpuscule lui-même (fig. a, b, c).

Le tissu du quart supérieur de ces feuilles est tout à fait analogue à celui d'une nervure qui serait laminée et occuperait toute la largeur; les cellules y sont allongées, huit ou dix fois plus longues que larges, hyalines, et la nervure ne se distingue plus guère que par une teinte plus ou moins foncée. Le milieu de la

(¹) PHILIBERT, « La Fructification du *Grimmia Hartmani* » (*Revue bryologique*, 1887, n° 4, p. 49-52).

feuille est au contraire constitué par des cellules carrées et riches en chlorophylle, analogues à celles qui existent jusqu'au sommet dans les feuilles ordinaires (fig. *a*).

Les capsules du *G. Hartmani* n'ont été observées qu'un tout petit nombre de fois, d'abord par JURATZKA, puis par PHILIBERT qui les a trouvées en abondance en Corse et a donné une longue et très complète description de la fructification (*loc. cit.*). J'ignore si l'on a vu la plante, depuis, à cet état, mais, vu la rareté du fait, je crois utile de résumer ici les caractères de la capsule de la plante de Grèce, ne fût-ce que pour confirmer les descriptions antérieures. « Il n'est pas rare de voir deux fruits sortir du même périchèze », dit PHILIBERT ; et HUSNOT (*Muscologia Gallica*, p. 435), donnant une courte description d'après les mêmes échantillons, croit devoir accentuer encore ce caractère en disant : « Pédicelles ordinairement réunis par deux ou trois dans le même périchèze. » C'est un fait que je n'ai pas observé une seule fois sur la plante récoltée par René MAIRE ; les pédicelles sont toujours solitaires.

Ce pédicelle, de la même couleur que la capsule, c'est-à-dire jaune-paille terne, a de 3 à 5 millimètres de longueur ; il est d'abord courbé (fig. *d*), puis, à la maturité, il peut soit rester en cet état, soit se redresser en conservant toujours la marque de sa courbure primitive, comme cela arrive en général dans d'autres *Grimmia*, telles que *G. pulvinata* Sm. et *G. orbicularis* Br. E., par exemple. Sa courbure n'est jamais aussi accentuée que chez ces dernières, et la capsule n'est jamais pendante, mais seulement oblique ou horizontale (phot. *h*). A la maturité et à sec, il est tordu à droite ⁽¹⁾ dans la moitié supérieure. La base de ce pédicelle pénètre dans une vaginule relativement longue, portant des archégonés allongés, atteignant 1 millimètre (fig. *d*).

La capsule dont la couleur a été indiquée est lisse, ovale, oblongue, longue, sans l'opercule, de 1^{mm}30 à 2 millimètres (phot. *h*) ; le rebord est rouge et porte un anneau persistant formé de cellules allongées et pâles.

Les seize dents du péristome sont rouges, très fragiles, rarement complètes sur les échantillons de Grèce, dont les capsules sont dépourvues d'opercule. Ces dents sont plus ou moins dressées à

(1) Il s'agit du sens que l'on observe pour la face tournée vers l'œil.

sec en laissant béant l'orifice de la capsule ; à l'état humide, elles se recourbent l'une vers l'autre, mais ne ferment que très incomplètement cet orifice. Peu développées et ne dépassant guère 250 μ , elles sont obtuses et entières (fig. e).

En outre des capsules mûres et désoperculées, il en est d'autres très jeunes, non encore distinctes du pédicelle. Celles-ci sont entourées de leur coiffe, qui est conique et présente quelques lobes peu accentués à sa base, à l'exception d'une ou deux fentes plus longues (fig. d).

Rhacomitrium Brid.

R. canescens Brid. var. *ericoides* Br. E.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 100-1 300 mètres, 17/10, n° 2431.

R. microcarpum Brid. = *Trichostomum microcarpon* Hedw.

Montagnes élevées de la Grèce (Sibthorp et Smith).

Zygodon Hook et Tayl.

Z. viridissimus Brid.

Ile de Leucade (Sainte-Maure), sur les troncs de l'*Olea Europæa*, 14/7, n° 2750 ; fertile.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Olonos, avec *Homalothecium sericeum* (Breidler).

Orthotrichum Hedw.

O. rupestre Schleich.

Ossa, sur les schistes cristallins dans les hêtraies, 1 300 mètres, 17/10, n° 2648 ; fertile.

Cynurie : mont Malevo, près du monastère de Kondolina (Orphanidis), n° 2678 ; fertile.

Hymette, rochers ombragés, près de Kaisariani, 6/11/1848, leg. Heldreich ; fertile.

Pélion, rochers de micaschistes, dans les forêts de hêtres, 1 200 mètres, 15/10, n° 2164, fertile ; n° 2649.

O. Sturmii Hoppe et Hornsch.

Phigalée, troncs et rochers ombragés ; mont Cotylus, près du temple de Bassé (Bory).

O. anomalum Hedw.

Pentélique (Unger).

Var. *α commune* Vent.

Pélion, rochers de micaschistes à Zagora, vers 500-600 mètres, 15/10, n° 2143 ; fertile.

O. saxatile Schpr.

Près de Vourgareli, fertile (Breidler).

O. cupulatum Hoffm.

Thessalie, vallée de Tempé, sur les rochers calcaires, 7/9, fertile (Dr F. Camus det.), n° 3036.

Céphalonie, mont Ainos ; Eubée, Sténi ; mont Pentélique (Unger).

Panakhaïkon, région supérieure (Breidler).

O. Sardagnanum Vent.

Près de Vourgareli, fertile (Breidler).

O. urnigerum Myr.

Ceta, sur les rochers calcaires ombragés, à la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, n° 2894 ; fertile.

O. leiocarpum Br. E. = *O. striatum* L.

Mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies Cephalonica*, 1 200 mètres, 20/7, n° 2600 ; fertile.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Épire, près de Pramanda (Breidler).

O. Lyellii Hook. et Tayl.

Eubée, à Loto (Unger).

Laconie (Kindberg).

Épire, près de Pramanda (Breidler).

O. speciosum Nees ab. Es.

Péloponèse, troncs de *Quercus conferta*, près du monastère d'Agios Georgios, au-dessus du lac de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2758 ; fertile.

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Épire, près de Pramanda, fertile (Breidler).

O. affine Schrad.

Taygète, sur les troncs de *Morus nigra*, près du monastère d'Agios Gholas, 800 mètres, 23/8, n° 2766 ; fertile.

Var. β *neglectum* Vent.

Mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies Cephalonica*, 1 200 mètres, 20/7, n° 2691 ; fertile.

OBSERVATIONS. — Sibthorp et Smith signalent *O. striatum*

Hedw. sur les troncs d'arbre aux environs d'Athènes et en Béotie. On ne sait pas exactement à quelle plante se rapporte ce nom : *O. striatum* Hedw = *O. affine* p. p. (fid. Limpr.) + *O. speciosum* p. p. (fid. Limpr.) et *O. leiocarpum* (fid. C. M.).

O. fastigiatum Bruch.

Épire, près de Pramanda, avec *Habrodon Notarisii*; fertile (Breidler).

O. pumilum Swartz.

Épire, près de Pramanda, fertile (Breidler).

O. Rogeri Brid.

Attique (Kindberg).

O. diaphanum Schrad.

Mont Parnasse, sur les troncs d'*Abies Apollinis*, sur le plateau du Livadhi, 1 100-1 200 mètres, 19/7, n° 2384; fertile.

Encalypta Schreb.

E. vulgaris Hedw.

Entre Gargaliano et Pylos, sur la terre sablonneuse (Bory).

Céphalonie, mont Ainos; mont Pentélique (Unger).

Var. *obtusifolia* Funck.

Épire, rochers calcaires du mont Tsoumerka, près de Theodhorigiana, 1 100 mètres, 18/9, n° 2696; fertile.

E. rhabdocarpa Schw.

Pinde, mont Peristeri, rochers calcaires alpins, 2 100 mètres, 15/9, n° 2611.

E. streptocarpa Hedw.

Parnasse, fissures des rochers calcaires alpins, 2 100-2 400 mètres, 20/7, n°s 2474, 3029.

Pinde, sur les schistes, dans les forêts à Krania, 1 200 mètres, 10/9, n° 2607.

Funaria Schreb.

F. calcarea Vahl.

Épire, à terre sur les grès du flysch, près Kalendini, 300-400 mètres, 20 9, n° 2632; fertile.

Taygète, terrain calcaire dans la Langadha de Trypi, 700 mètres, 25/10, n° 970 (mission de 1904; F. Renaud det.).

Kerkyra (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

F. hygrometrica Hedw.

Étolie, sur les schistes, dans la vallée dite Arkoudhorevma, près de Mavrolithari, 1 000 mètres, 28/7, n° 2499; fertile.

Messénie (Sibthorp et Smith).

Sur les places à charbon (Bory).

Kerkyra, mont Deca, Lefkimo; Eubée, à Loto (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Attique (Kindberg).

Épire, près de Kalarrytes; Megaspilaion, fertile (Breidler).

Funaria Maireana A. Coppey, nov. sp. (pl. II et IV).

« *Caule femineo 5-15 mm., rubescente, radiculis dense obsito, apice rosula foliorum coronato. Foliis erectis, inferioribus minoribus (fig. o), omnibus lanceolatis, angustis, flexuosis, apice in cuspidem sensim attenuatis (fig. m et phot. e), planis vel rarius plus minusve concavis (fig. n); costa angusta, sæpius apicem cuspidem brevi superante; cellulis usque ad apicem amplis, rectangularibus (fig. l et phot. e), ad basim latioribus et amplioribus. Pedicello rubro flexuoso, 2-4 cm. ad apicem vix incurvato, sinistrorsum contorto. Capsula arcuata, piriformi, sulcata, obliqua nec nutante, atro-purpurea, collo sensim attenuato, ore angusto, operculo vix convexo mutico (fig. k). Peristomio duplice: externo 16 dentibus sinistrorsum incurvatis, basi purpureis, apice hyalinis contextu cellulari coalitis, dense papillatis nec non irregulariter striolatis, longe appendiculatis (præsertim ultra medium), formato (phot. f); interno lutescente, membrana basali brevi nec non 16 dentibus granulosis, dentibus externis quadruplo brevioribus, formato (phot. g). Calyptra ut in *F. hygrometrica*. Sporis globosis, 24-28 μ diam., episporio subtilissime verruculoso (fig. p).*

« *Caulibus masculis brevissimis, cum femineis intermixtis* » (phot. h).

Hab. in cæspitibus *Philonotis calcareæ*, in stillicidiis rupium calcarearum ad monasterium « Megaspilaion », Achaïæ, 900 mètres, 15/8, n° 2447.

OBSERVATIONS. — Cette plante doit trouver place entre le *Funaria hygrometrica* Hedw. et *F. microstoma* Br. E. Elle se rapproche davantage de cette dernière, dont elle diffère par son péristome complet. Elle se distingue du *F. hygrometrica* par la couleur

pourpre foncé de ses capsules qui sont moins cannelées, ont un orifice plus étroit, son pédicelle non courbé en col de cygne, ses feuilles peu ou pas concaves, longuement atténuées en pointe, son tissu formé de cellules allongées jusqu'au sommet, deux fois plus longues environ dans cette partie que chez *F. hygrometrica*.

Le péristome externe est plus coloré et les dents plus longuement appendiculées ; mais surtout *les spores sont beaucoup plus grosses, ayant un diamètre presque double* (voir pl. II, fig. p et q, celle-ci représentant une spore de *F. hygrometrica* de Grèce même).

Je n'ai pu m'assurer si les bourgeons mâles que l'on trouve entremêlés aux pieds femelles sont fixés sur ces derniers ou tout simplement soulevés par eux par suite de l'enchevêtrement des radicules.

Enfin, des coupes de pédicelles montrent des différences très nettes entre *F. hygrometrica* et *Maireana*. On y peut distinguer facilement cinq régions, dans l'une comme dans l'autre : 1° un épiderme à cellules bien distinctes ; 2° une zone corticale de deux à trois assises à parois cellulaires très épaissies et cavité très réduite, surtout la plus externe ; la couleur, plus ou moins jaune ou jaune rougeâtre dans *F. hygrometrica*, est nettement rouge-brique dans *F. Maireana* ; 3° une zone corticale interne formée de grandes cellules à parois minces ; c'est surtout celle-ci qui diffère dans les deux espèces ; dans *F. hygrometrica* on trouve trois à cinq rangs de cellules et dans *F. Maireana* deux ou trois seulement, mais beaucoup plus grandes, à diamètre moyen presque double ; 4° une zone centrale formée d'une assise à paroi épaissie et colorée, plus distincte chez *F. hygrometrica* que chez *F. Maireana* ; 5° une moelle formée de quelques assises de petites cellules, difficiles à obtenir dans des coupes minces (phot. a et b pour *Funaria Maireana* ; c et d pour *F. hygrometrica*).

Webera Hedw.

W. longicolla Hedw. = *Bryum longicollum* Sw.

Forêt de Koubeh ; Mistra, fentes des rochers, à l'entrée des grottes (Bory).

OBSERVATION. — Il est possible qu'il s'agisse d'une espèce voisine, par exemple *W. elongata* Schpr., ou même *W. cruda* Schpr. La diagnose donnée par Bory de Saint-Vincent est beaucoup trop vague pour qu'on puisse trancher cette question.

W. cruda Schpr.

Ossa, dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, vers 1 100-1 300 mètres, 17/10, n° 2646; fertile.

Sans localités (Kindberg).

W. Ludwigii Schpr.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 000-2 500 mètres, 26/7, n° 2508; fertile (Dr F. Camus det.).

W. carnea Schpr.

Hymette, sur schistes, dans une source, près du monastère de Kaisariani, 350 mètres, 5/7, n° 2424.

Parnasse, suintement des rochers calcaires dans la gorge dite Gournas, 1 600 mètres, 20/7, n° 3034 (Dr F. Camus det.).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Sans localités (Kindberg).

W. albicans Schpr.

Pinde : mont Zygos, dans les forêts de hêtres, sur schistes, vers 1 400-1 500 mètres, 13/9, n° 2411.

Sans localités (Kindberg).

Bryum Dill.*B. Canariense* Brid.

Taygète, forêts sur calcaires et schistes près Boliana, 1 000 mètres, 23/10, n° 2671.

Kerkyra, 1/1901 (leg. V. Toundas), pieds ♀.

Var. *provinciale* Husnot.

Achaïe, dans les touffes de *Dicranum scoparium*, à terre, dans les bois, au-dessus du monastère du Megaspilaion, calcaire, 1 000 mètres, 15/8, n° 2644.

OBSERVATIONS. — Le *Bryum provinciale* Philibert présente tous les caractères du *B. Canariense* Brid, mais il est plus développé et surtout il a été distingué comme une espèce, parce qu'il est parfois synoïque, tandis que le second est dioïque. Mais cette différence est sans intérêt, car elle n'est pas absolue ainsi que l'ont montré différents auteurs (cf. BOULAY, *Mousses*, pp. 603 et 272), de sorte que HUSNOT n'a repris ce nom de *B. provinciale* dans sa *Flore* que pour nommer comme variétés les formes très développées du *B. Canariense*. Je n'ai trouvé, dans la plante du Mégaspilaion, que des anthéridies; elle ne se distingue donc du *B. Ca-*

nariense que par ses dimensions qui peuvent atteindre 6 à 7 centimètres (pl. II, fig. j), dimensions qui s'expliquent en partie par le fait que j'ai extrait les tiges une à une, ou à peu près, d'une touffe de *Dicranum scoparium*, dans laquelle elles avaient subi une sorte d'étiollement.

B. capillare L.

Taygète, sur les schistes au-dessus de Boliana, 1 300 mètres, 23/10, n° 2477; fertile.

Ziria (Kyllini), rochers calcaires, vers le sommet, 2 300-2 370 mètres, 8/8, n° 3021.

Parnasse, rochers calcaires alpins, pieds ♀, 20/7, n° 2680.

Corinthie, terrains schisteux dans les forêts de chênes, près du monastère d'Agios Georgios, au-dessus du lac de Pheneos, 1 000 mètres, 10/8, n° 2469.

Mont Cotylus, près du temple de Bassé-Androuvasta (Bory).

Sans localités (Kindberg).

Var. *cuspidatum* Schpr.

Parnasse, sur l'humus dans les forêts de sapins, 1 700 mètres, 19/7, n° 2417; fertile.

Var. *meridionale*.

Eubée, près de Loto (Unger).

Var. *cavifolium* Breidler (*Beitrag zur Flora von Achaia und Arcadien*, p. 520).

Olonos, rochers et sol pierreux (Breidler).

B. torquescens Br. E.

Élide : sur la terre argilo-sablonneuse, sur la colline Kronion, au-dessus des ruines d'Olympie, 100 mètres, 27/10, n° 2641; fertile.

Kerkyra (Unger).

Ile de Syros (Kindberg).

B. caespitium L.

Attique (ex herb. Sartori), n° 2684; fertile.

Pélion, forêts de châtaigniers, à Zagora, n° 2135; fertile.

Phocide, rochers calcaires, aux environs de Delphes, pieds ♀, 600 mètres, n° 2670 (douteux, selon Dr F. Camus).

Parnasse, suintements des rochers calcaires, 1 500 mètres, au lieu dit Gournas, 21/7, n° 2666 (douteux, selon Dr F. Camus).

Messénie (Sibthorp et Smith).

Épire, près de Kalarrytes, avec *Funaria hygrometrica* (Breidler).

Var. *imbricatum* Br. E.

Ossa (Kissavos), sur un ancien foyer, schistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2497; fertile.

B. argenteum L.

Ossa (Kissavos), sur un ancien foyer, schistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2429; fertile.

B. atro-purpureum Br. E.

Pélion, à Zagora, à terre dans les châtaigneraies, schistes, 500 mètres, n° 2654; fertile.

Hymette, près du monastère de Kaisariani, avec *Grimmia pulvinata* et *Barbula cuneifolia*, 300-400 mètres, schistes, 6/7, n° 2630 (douteux, selon Dr F. Camus).

Kerkyra, mont Deca, vers le sommet (Unger).

Environs d'Athènes (Geheeb).

Sans localités (Kindberg).

B. murale (?) Wils.

Attique (Kindberg).

B. erythrocarpum Schw.

Eubée, près de Loto (Unger).

B. alpinum Br. E.

Eubée, dans une fontaine, forêts de pins élevées (Unger).

Panakhalkon (Breidler).

Var. *gemmiparum* de Not.

Attique (Kindberg).

B. pallescens Schl.

Sans localités (Kindberg).

B. pseudotriquetrum Hedw. = *B. ventricosum* Dicks.

Pinde : mont Zygos, sur les schistes dans les forêts de hêtres, vers 1 400-1 600 mètres, pieds ♀, n° 2657.

Pélion, endroits marécageux, sur schistes, dans les forêts de hêtres, 1 200 mètres, 13/10, n° 2176 (Dr F. Camus det.).

Taygète, bords d'une source dans les forêts entre Trypi et Ladha, sur schistes, 1 300 mètres, 29/8, n° 2485 (Dr F. Camus det.).

Dans les marécages de la Grèce (Sibthorp et Smith).

Étolie (Kindberg).

Peristeri, avec *Philonotis fontana* (Breidler).

B. bimoideum de Not.

Ziria (Kyllini), région supérieure (Breidler).

B. turbinatum Schw.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

Var. *latifolium* B. E. = *B. Schleicheri* Schw.

Pinde : mont Zygos, marécages dans les pâturages sur schistes, 1 500 mètres, 13/9, n° 2634.

Thessalie (Kindberg).

Peristeri, avec *Philonotis calcarea* (Breidler).

B. Schleicheri Schpr. = *B. turbinatum* Schw., var. *prælongum* Br. E.

Pinde, pelouses alpines humides sur le mont Peristeri, vers 2000-2 100 mètres, 15/9, n° 2615 (Dr F. Camus det.).

Mnium L.

M. affine Schw.

Corinthie, forêts de *Quercus conferta* près du monastère d'Agios Georgios, au pied du mont Dhourdhouvana, schistes, 1 000 mètres, 10/8, n° 2471.

Pinde : Krania, dans les forêts de sapins, schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2482.

Taygète, ruisselets sur les schistes près du monastère d'Agios Gholas, 800-900 mètres, 23/8, n° 1026.

Var. *elatum* Br. E.

Pinde : mont Zygos, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 400-1 600 mètres, 13/9, n° 2391.

M. undulatum Hedw.

Œta, forêts de sapins humides sur le versant N. du Karvounari-Revma, schistes, 1 000 mètres, 30/7, pieds ♂, n° 2494.

Katavothra (Œta), lieux humides sur schistes, vers 1 500 mètres, 29/7, n° 2379.

Pinde : Krania, forêts de sapins humides sur schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2531.

Taygète, près d'une source, sur les schistes, entre Trypi et Ladha, 1 300 mètres, nos 2478, 2486.

Acarnanie, base des arbres, près du monastère de Romvo, au mont Ypsili-Koryphi, 1 000 mètres, 10/7, n° 2383.

Pélion, bords des ruisselets dans les hêtraies sur
1200 mètres, 15/10.

Ossa (Kissavos), bois humides vers la base de la
Tsagezi, sur schistes cristallins, 0-100 mètres, 6/9, n° 21.

Kerkyra, janvier 1901 (leg. V. Toundas).

Endroits ombragés, près du lit de la Nêda (Bory).

Rochers ombragés, près de Kymé (Unger).

Sans localités (Kindberg).

M. hornum L.

Morée, endroits ombragés et humides (Bory).

M. stellare Hedw.

Ghiona, sur les rochers calcaires alpins, 2100-2150
mètres, n° 2511.

Parnasse, sur les rochers calcaires alpins, 2400 m
n° 3027.

Sans localités (Kindberg).

M. punctatum Hedw. = *Bryum punctatum* Schreb

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, vers 1200 m
sur schistes, 17/10, n°s 2442, 2421, pieds ♂ et ♀.

Pinde, dans les forêts à Krania, schistes, 1200 m
n° 1716, pieds ♂ et fertiles.

Élide (Sibthorp et Smith).

Bartramia Hedw.

B. stricta Brid.

Taygète, sur les schistes, près de Boliana, 800 mètres
et 965 (mission de 1904; F. Renauld det.).

B. ithyphylla Brid.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, 1200-1300
mètres, 18/10, n°s 2625, 3006; fertile.

Pinde: mont Zygos, dans les forêts de hêtres, sur
schistes, 1600 mètres, 13/9, n° 2659; fertile.

Sommet du Tiné (Bory).

B. pomiformis Hedw.

Ossa, dans les forêts de hêtres, micaschistes, 1400
mètres, 13/9, n° 2441; fertile.

B. Oederi Schw.

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines vers 2 100 mètres, calcaire, 15/9, n° 2164, 1937; fertile.

Pinde : Krania, forêts, schistes, 1 200 mètres, 16/9, n° 1938.

Philonotis Brid.

P. fontana Brid. = *Bartramia fontana* Brid.

Katavothra (Æta), 29/7, pieds ♀, n° 2378 (G. Dismier det.).

Phocide, mont Ghiona, pâturages humides et marécages, sur schistes, 1 950 mètres, au lieu dit Karvouni-Lakka, 27/7, n° 2457 (G. Dismier det.).

Katavothra (Æta), sources dans les pâturages sur les schistes, près de la grande Katavothra, 1 500 mètres, 29/7, forme de transition, passant à *P. tomentella* Milde (G. Dismier det.).

Béotie et environs d'Athènes (Sibthorp et Smith).

OBSERVATION. — Il est possible et même probable qu'il s'agit du *Philonotis calcarea* Schpr.

Peristeri, fertile et ♂ (Breidler).

P. tomentella Milde.

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines tourbeuses vers 2 100 mètres, 15/9, n° 1936, pieds ♂ (G. Dismier det.).

P. calcarea Schpr.

Mont Katavothra (Æta), sur les schistes, 1 500 mètres, 29/7, n°s 3015-3016 (G. Dismier det.).

Ibid., le long des ruisseaux et torrents des forêts de sapins, vallée Karvounari-Rema, 800-1 200 mètres, n° 2619 (G. Dismier det.).

Ziria (Kyllini), pelouses suintantes sur les schistes, 2 000 mètres, 9/8, n° 2602, pieds ♀ (G. Dismier det.).

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines tourbeuses, vers 2 100 mètres, 15/9, n° 3014 (G. Dismier det.).

Achaïe, suintements des rochers calcaires, près du monastère du Megaspilaion, 900 mètres, 15/8, n° 2627 (G. Dismier det.).

Eubée, fontaines dans les forêts de pins (Unger).

Achaïe (Kindberg).

Peristeri, fertile et pl. ♂; Khelmos et Panakhaïkon (Breidler).

P. laxa Limp.

Rochers humides, près du Megaspilaion (Breidler).

Timmia Hedw.

T. megapolitana Hedw.

Parnasse, rochers calcaires dans l'antre Corycien, 6/8, n° 224 (mission de 1904, F. Renaud det.).

Parnasse, rochers calcaires alpins, vers 2 300 mèt n° 2561.

T. Austriaca Hedw.

Parnasse, rochers calcaires alpins, 2 400 mètres, 20/7 2575, 2516.

Pinde : mont Zygos, forêts de hêtres, au-dessus de schistes, 1 500 mètres, 13/9, n° 2408.

Diphyscium Mohr.

D. foliosum Web. et Mohr.

Ossa (Kissavos), à terre dans les forêts de hêtres, sur schistes, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2245, 3028, 300

Atrichum P. B.

A. undulatum P. B.

Ossa (Kissavos), à terre dans les forêts de hêtres, 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 3003, 2624.

Pogonatum P. B.

P. nanum P. B.

Entre Modon et Coron; entre Scardamoula et An pente de Courcoula (Bory).

P. aloides P. B.

Taygète, sur les schistes, au col d'Agios Ilias, entre Ladha, 1 400 mètres, 25/10, n° 971 ; fertile (mission F. Renaud det.).

Pinde : mont Zygos, sol schisteux, dans les forêts 1 500 mètres, 13/9, n° 2390 ; fertile.

Ossa (Kissavos), sol schisteux, dans les forêts de hê 1 300 mètres, 18/10, n° 3004 ; fertile.

Eubée, forêts de pins élevées (Unger).

P. urnigerum P. B.

Pinde : mont Zygos, sol schisteux des forêts de hê 1 500 mètres, 13/9, n° 2635 ; fertile.

P. alpinum Rœhl.

Thessalie (Kindberg).

Polytrichum L.*P. piliferum* Schreb.

Ossa (Kissavos), sur micaschistes dans les hêtraies, vers 1 200 mètres, 17/10, n° 2432, fertile; n° 2650.

Pélion, sol schisteux, dans les forêts de hêtres, au-dessus de Zagora, 1 200 mètres, 15/10, n° 2426.

P. juniperinum Hedw.

Pinde : mont Peristeri, pelouses alpines tourbeuses vers 2 100 mètres, 15/10, n° 2613; fertile.

Pinde : mont Zygos, dans les forêts de hêtres, schistes, 1 500 mètres, 13/9, n° 2410.

Ghiona, sol schisteux dans les forêts de sapins du versant N., 1 500 mètres, 27/7, n° 2402.

Var. *alpinum* Br. E.

Ziria (Kyllini), pâturages au-dessus de Tsapournia, schistes, 2 000 mètres, 8/8, n° 2501.

Taygète, pâturages alpins, sur schistes, près du lieu dit Goupata, 1 800-2 000 mètres, 22/8, n° 2498.

Katavothra (Œta), pâturages sur les schistes près des ruines du temple d'Hercule, vers 1 500-1 600 mètres, 29/7, n° 2377.

MOUSSES PLEUROCARPES**Fontinalis Dill.***F. antipyretica* L.

Kerkyra, dans une fontaine publique (Unger).

Carithène, réserve des eaux d'un moulin des bords de l'Alphée (Bory).

F. Heldreichii C. Müll.

Pélion, ruisseaux dans les forêts de hêtres où cette mousse vit demi-émergée sur micaschistes; altitude 1 200 mètres, 15/10, n° 2173 (F. Camus det.).

Thessalie (Kindb.).

OBSERVATIONS. — Cette plante, qui ne paraît pas avoir été trouvée à l'état fertile, n'est pas une espèce incontestée. GEHEEB (*loc. cit.*) notamment fait remarquer qu'elle n'est qu'une variété de *F. antipyretica*.

F. Duriei Schpr.

Environs d'Athènes (Geheeb).

Leptodon Mohr.

L. Smithii Mohr.

Kerkyra, n° 2679 (leg. V. Toundas).

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, au mont Voumistos, altitude 800 mètres, 10/7, n° 2438.

Messénie, troncs d'*Olea Europæa*, à Ladha, altitude 700 mètres, 26/10, n° 2372 ; fertile.

Attique, mont Hymette, sur les rochers calcaires, au-dessus du monastère de Kaisariani, altitude 500 mètres, 5/7, n° 2436.

Kerkyra, sur vieux oliviers (Unger).

Taygète, troncs et rochers ; Naxie, arbres au sommet du Dia (Bory).

Épire, près de Pramanda ; Olonos, fertile (Breidler).

Var. *filescens* Ren.

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2380.

Neckera Hedw.

N. turgida Jur.

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2381.

Taygète, rochers calcaires ombragés et base des troncs dans les forêts de platanes, le long des torrents, au-dessus de Boliana, altitude 1 300 mètres, 24/10, n° 2423.

Katavothra (Æta), rochers calcaires, altitude 1 500 mètres, 29/7, n° 2512.

Céphalonie, vieux troncs de sapins sur le mont Ainos (Unger).

OBSERVATIONS. — Cette belle espèce, jusqu'ici rarement signalée, et qui a été précédemment décrite par JURATZKA d'après des échantillons rapportés de Grèce par UNGER, paraît donc répandue dans cette partie de l'Europe.

N. Cephalonica Jur. et Ung.

Céphalonie, vieux troncs de sapins sur le mont Ainos (Unger).

OBSERVATIONS. — Cette plante est généralement considérée

comme une simple variété du *Neckera pennata* Hedw. Je n'ai pas d'opinion personnelle, ne la connaissant pas.

N. crispa Hedw.

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère Romvo, 1 000 mètres, 10/7, n° 2465.

Grèce (Sibthorp et Smith).

Taygète, base des troncs, rochers frais (Bory).

OBSERVATIONS. — Dans une courte note relative à cette espèce, Bory de Saint-Vincent (*loc. cit.*, p. 295) parle de sa couleur ferrugineuse, caractère qui s'applique beaucoup mieux au *N. turgida* Jur. Peut-être s'agit-il de cette dernière plante qui, seule, a été recueillie au Taygète par René MAIRE et PETTMENGIN. Cependant, dans une diagnose succincte, l'auteur indique : *foliis...* *subnervis...*, caractère du *N. crispa*, alors que *N. turgida* possède des feuilles nerviées jusqu'aux trois quarts. J'ai déjà fait remarquer d'ailleurs que la manière dont les diagnoses de Bory ont été faites leur enlève toute valeur pour la critique. Il sera intéressant, en tout cas, de s'assurer si l'on trouve réellement les deux espèces au Taygète, ainsi qu'elles existent au mont Ypsili-Koryphi.

N. pumila Hedw.

Messénie, troncs d'arbres (Sibthorp et Smith).

Céphalonie, vieux troncs de sapins sur le mont Ainos (Unger).

Leucodon Schw.

L. sciuroides Schw. = *Pterogonium sciuroides* Turn.

Thessalie, chaîne du Pinde, troncs de *Tilia sylvestris*, à Khaliki, altitude 1 400 mètres, 14/9, n° 2404.

Pélion, Zagora, rochers de micaschistes, 15/10, n° 2145.

Arcadie, Élide, Messénie, Béotie (Sibthorp et Smith).

Forêt de Koubeh et sur le Manglava, arbres; Taygète, troncs et rochers; Naxie, sommet du Dia (Bory).

Var. *morensis* Br. E.

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, près du monastère de Romvo, au mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2636; fertile.

Eubée, Kerkyra, Céphalonie (Unger).

Olonos, région des sapins (Breidler).

Pterogonium Swartz.

P. ornithopodioides Lindb. = *P. gracile* Sw.

Kerkyra, n° 3013 (leg. V. Toundas).

Acaranie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2464.

Épire, sur les grès du flysch, dans les forêts de *Quercus ilex*, au-dessus de Kalendini, altitude 400 mètres, 19/9, n° 3010.

Mont Manglava, rochers ; temple de Bassé ; mont Dia de Naxie, arbres rabougris ; Taygète (Bory).

Céphalonie, mont Ainos (Unger).

Épire, sur platane, près de Kalendini ; fertile (Breidler).

Habrodon Schpr.

H. Notarisii Schpr.

Épire, près de Pramanda, fertile (Breidler).

Antitrichia Brid.

A. Californica Sull. et Lesq.

Acaranie, sur les troncs d'*Acer Monspessulanum*, près du monastère de Romvo, au mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 12/7, n° 2394.

OBSERVATIONS. — Cette plante, qui n'a pas été trouvée un très grand nombre de fois, est signalée surtout en Amérique septentrionale (Colombie britannique, Alaska, Vancouver, Washington, Idaho, Californie). En Europe, elle a été recueillie en Espagne, Algérie, région méditerranéenne française. (Cf. PARIS, *Index bryologicus*, p. 46). Sa découverte, en Grèce, montre qu'elle doit exister dans toute la région méditerranéenne.

Anomodon Hook. et Tayl.

A. viticulosus H. et T. = *Neckera viticulosa* Hedw.

Élide (Sibthorp et Smith).

Sans localité (Kindberg).

Épire, sur platane, près de Kalendini (Breidler).

Pseudoleskea Br. E.

P. atrovirens Br. E.

Pinde, sur les hêtres, dans les forêts du mont Zygos, au-dessus de Malakasi, altitude 1 600 mètres, 13/9, n° 2658.

Parnasse, sur les rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 20/7, n° 3012.

Tsoumerka, avec *Barbula tortuosa* (Breidler).

Heterocladium Br. E.

H. squarrosulum Voit.

Ossa, à terre dans les forêts de hêtres ; micaschistes, vers 1 200 mètres, 18/10, n° 2420 ; fertile.

Pterigynandrum Hedw.

P. filiforme Hedw. = *Pterogonium filiforme* Hedw.

Thessalie, forêt de hêtres, sur les troncs, au mont Kissavos (Ossa), altitude 1 000 mètres, 18/10, n° 3032, 2472.

Katavothra (Æta), sur les troncs de sapins, au lieu dit Veloukhi, 1500 mètres, 29/7, n° 2425.

Pinde, sur un tronc de *Tilia vulgaris*, au-dessus de Khaliki, vers 1 300 mètres, 14/9, n° 2668.

Grèce (Sibthorp et Smith).

Eubée, forêts de pins (Unger).

Isothecium Br. E.

I. Myurum Brid. = *I. viviparum* Lindb.

Ossa, sur les hêtres et à terre, altitude 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2440, 2419, 2467.

Eubée, forêts de pins (Unger).

Olonos, région des sapins (Breidler).

Homalothecium Br. E.

H. Philippeanum Br. E.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 27/7, n° 2398.

H. sericeum Br. E. = *Hypnum sericeum* L.

Ghiona, rochers calcaires alpins, 2 300 mètres, 27/7, n° 2510.

Taygète, dans les forêts de sapins, au-dessus de Boliana, sur le calcaire, altitude 1 000 mètres, 23/10, n° 2454.

Pinde, à Moutsoura, sur les schistes, altitude 1 200 mètres, n° 2605.

Pélion : Zagora, rochers de micaschistes, 600 mètres, 15/10, n° 2146.

Katavothra (Æta), sur les rochers calcaires, altitude 1500 mètres, 29/7, n° 2512.

Parnasse, sur les sapins, altitude 1 500 mètres, 19/7, n° 2601.

Acarnanie, troncs de *Quercus calliprinos*, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2382.

Péloponèse ; Parnasse, sur les murs et les arbres (Sibthorp et Smith).

Céphalonie (Unger).

Attique (Kindberg).

Épire, près de Kalendini, fertile ; Olonos, région des sapins ; Panakhaïkon (Breidler).

Camptothecium Br. E.

C. aureum Br. E.

Hymette, 5/4/1851, fertile (ex herb. Sartori), n° 2688.

Céphalonie, Deca, Kerkyra, Pentélique et Agios Merkourios (Unger).

Attique (Kindberg).

OBSERVATIONS. — Bory de Saint-Vincent (*loc. cit.*, p. 295, 296) cite *Hypnum lutescens* Hedw : « Rampant contre les pierres, où il s'applique fortement en y formant des jets souvent fort longs, où les rameaux couchés des deux côtés affectent la disposition pennée la plus régulière, tandis qu'en d'autres circonstances ils se redressent en jets vagues et recoquillés. Nous avons recueilli avec une sorte de complaisance, ajoute-t-il, cette mousse commune dans le reste de l'Europe, sur les ruines du temple d'Apollon Epicurius, à Bassé. »

Ces renseignements sur la plante récoltée par Bory me font penser qu'il s'agit du *C. aureum* Br. E. et non du *C. lutescens* Br. E. La diagnose succincte accompagnant cette note ne fait que traduire en latin les mêmes caractères : « *Caule reptante ramisque depressis divisis vage subpinnatisque ramosis.....* »

Brachythecium Br. E.

B. rutabulum Br. E.

Taygète, sur schistes, altitude 1 300 mètres, n° 2674, 3026.

Ossa, dans les forêts, sur les schistes cristallins, altitude 1 200-1 300 mètres, 18/10, n° 2640, 3007 ; fertile.

Nauplie (ex herb. Sartori).

Kerkyra (Unger).

Recueilli sans fructification contre les murs et les roues d'un moulin des bords de l'Alphée, près de Carithène (Bory).

OBSERVATIONS. — Peut-être s'agit-il, dans ce dernier cas, du *B. rivulare* B. E., mais la diagnose, par trop insuffisante, ne permet pas de s'en assurer.

B. rivulare Br. E.

Phocide : Delphes, suintements d'eau dans les rochers calcaires près de Kephlovrysi de Myli ; altitude 300-400 mètres, 9/8/1904, n° 1081 (mission de 1904) [F. Renauld det.].

B. velutinum Br. E. = *Hypnum velutinum* L.

Mont Ziria (Kyllini), sur rochers calcaires, altitude 1 300-2 700 mètres, 8/8, n° 3020 ; fertile.

Béotie, environ d'Athènes, au pied des arbres (Sibthorp et Smith).

Eubée, dans les forêts de pins (Unger).

Morée et Cyclades, base des troncs, rochers schisteux frais (Bory).

OBSERVATIONS. — Bory ajoute : « Var. β . *sericeum* Brid., parmi les pierres des lieux montagneux sur l'humus végétal qui s'y accumule, notamment à Hiéra d'Épidaure, entre les décombres et sur les sommets du Diaforti à Naxie, où il s'introduit dans les rameaux des arbres battus des vents. » Voici, d'autre part, la diagnose donnée par l'auteur : « *Caule repente : ramis erectis confertis simplicibus : foliis laxè imbricatis angustioribus dilute lutescenti virescentibus.* »

Je ne puis décider s'il s'agit du *Br. velutinum* B. E. var. *sericeum* Brid. ou de *Homalothecium sericeum* B. E. non signalé par Bory malgré sa dispersion étendue et sa fréquence en Grèce.

Scleropodium Br. E.

S. illecebrum Br. E.

Taygète, rochers calcaires entre Ladha et Khanakia, altitude 800 mètres, 25/10, n° 2518.

Céphalonie, Kerkira, Eubée (Unger).

Athènes (Geheeb).

Épire, avec *Barbula sabulata*, sur platane, près de Kalendini ; Olonos, région des sapins (Breidler).

Eurhynchium Br. E.

E. circinatum Br. E.

Kerkira, à terre, n° 2682, 2697 (leg. Toundas).

Mont Deca, Céphalonie (Unger).

E. striatum Br. E.

Épire, dans les forêts de *Quercus ilex*, sur les grès du flysch, au-dessus de Kalendini, altitude 400 mètres, 19/9, n° 3009, 2628.

E. crassinervium Br. E.

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2489, pieds ♀.

E. Stokesii Br. E.

Kerkyra, janvier 1901, fertile, n°s 2687, 2686 (leg. V. Toundas).

Ossa, dans les forêts, à Tsagezi, sur schistes cristallins, n° 2641.

Mont Deca, Eubée (Unger).

E. prælongum Br. E.

Taygète, rochers calcaires à l'entrée d'une caverne, altitude 2 100 mètres, 22/8, n° 989; rochers calcaires au lieu dit Megala-Zonaria, altitude 2 000-2 300 mètres, 22/8, n° 2927.

E. Swartzii R. Farn. = *E. prælongum* Br. E., var. *atrovi-rens* Sch.

Pinde : Krania, forêts de sapins sur les schistes, vers 1 100 mètres, 10/9, n° 2606 (F. Camus det.).

Taygète, près d'une source entre Trypi et Lada, sur les schistes, vers 1 300 mètres, 23/8, n° 2487 (F. Camus det.), pieds ♂.

E. pumilum Schp.

Kerkyra, n° 2698 (leg. V. Toundas).

Maquis au bord du golfe d'Ambracie, à terre, sur les grès du flysch, entre Artà et Karavassaras, altitude 0 à 100 mètres, 23/9, n° 2448.

Kerkyra (Unger).

E. confertum Milde.

Ile de Syros (Kindberg).

E. megapolitanum Milde, var. *meridionale* Schpr.

Kerkyra (Unger).

Attica (Kindberg).

E. rusciforme Milde.

Attica (ex herb. Sartori), n° 2693 (F. Camus det.).

Ithaque (Unger).

Péloponèse (Kindberg), avec var. *inundatum*.

Var. *inundatum*, form. *meridionale* Boul.

Phocide, fontaine dite Avorii, entre Amphissa et Segditsa,

calcaire, 700 mètres, 12/8/1904, n° 968 (mission 1904, det. F. RENAULT).

Thamnium Br. E.

T. alopecurum Br. E.

Acarmanie, à la base des troncs de *Quercus calliprinos*, près du monastère de Romvo, mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2637, 2603.

Mont Ziria (Kyllini), rochers calcaires dans une grotte, près du lieu dit τοῦ πουλιοῦ ὁ ὄχος, jusqu'à une dizaine de mètres de l'entrée, 1 700 mètres, 9/8, n° 2621 (forme naine, appauvrie, sans rhizome, comme celles décrites par MAHEU [1] dans les cavernes de France).

Plagiothecium Br. E.

P. denticulatum Br. E.

Ossa, à terre, dans les forêts de hêtres, micaschistes, vers 1 200 mètres, n° 2626.

Amblystegium Br. E.

A. serpens Br. E. = *Hypnum serpens* L.

Béotie (Sibthorp et Smith).

A. filicinum de Not. = *Hypnum filicinum* L.

Thessalie : Boroviko, marais, sur schistes, altitude 1 100-1 200 mètres, 12/9, n° 1703.

Béotie et environs d'Athènes (Sibthorp et Smith).

Thessalie (Kindberg).

Var. *crassinervium* Ren.

Katavothra (Ceta), rochers calcaires suintants au lieu dit Veloukhi, altitude 1 500 mètres, 29/7, n° 2451.

OBSERVATIONS. — Cette variété est bien semblable à celle que F. RENAULT a récoltée dans les Pyrénées et qu'il a bien voulu comparer à la plante de Grèce.

A. fluviatile Br. E. = *Hypnum fluviatile* Sw.

Environs de Carithène, dans le bassin d'un moulin à eau alimenté par l'Alphée (Bory).

A. riparium Br. E.

Hymette, source de Kaisariani, schistes, 350 mètres, n° 2673.

(1) Cf. MAHEU, *Contribution à l'étude de la flore souterraine de France*. Thèse. Paris, 1906, p. 72-73.

Attica (ex herb. Sartori), n° 2694.

Thessalie, dans une source, à l'entrée de la vallée de Tempé, près de Laspokhori, 7/9, n° 2479 (forme passant à la var. *longifolium*).

Kerkyra, dans une source près de Viro (Unger).

Péloponèse (Kindberg), avec var. *longifolium*.

Hypnum L.

H. aduncum Hedw. subsp. *Kneiffii* Boul., var. *intermedium* Br. E.

Mont Katavothra (Æta), mare dans les pâturages, sur schistes, près des ruines du temple d'Hercule, altitude 1 500 mètres, 29/7, n° 2462 (F. Renauld det.).

H. uncinatum Hedw., var. *plumulosum*.

Ile d'Andros (Kindberg).

H. commutatum Hedw.

Mont Pélion, lieux marécageux, dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, altitude 1 200 mètres, 15/10, nos 2175, 2174.

Mont Khelmos, rochers calcaires suintants et bords du Styx, altitude 1 350 mètres, 13/8, n° 2743.

Mont Zygos, marécages, au-dessus de Metzovo, sur schistes, altitude 1 500 mètres, 13/9, n° 2393.

Mont Ghiona, rochers calcaires humides, à Platylithos, 1 400 mètres, 25/7, n° 2631.

Thessalie, marais, sur schistes, à Boroviko, altitude 1 200 mètres, n° 2610.

Agios Merkourios, dans une source (Unger).

Sans localité (Kindberg).

Peristeri, avec *Philonotis calcarea* (Breidler).

H. falcatum Brid.

Mont Katavothra, pelouses humides, sur schistes, altitude 1 500 mètres, 29/7, n° 2376.

Mont Ziria (Kyllini), marécages, sur schistes, altitude 2 000 mètres, 9/8, n° 2444.

Pinde, pelouses humides au mont Zygos, altitude 1 500 mètres, 13/9, n° 2660.

Mont Ghiona, pelouses humides, sur schistes, altitude 1 900 mètres, 27/7, n° 2639.

Sans localités (Kindberg).

Khelmos, avec *Philonotis calcarea* (Breidler).

H. irrigatum Zett.

Parnasse, suintements des rochers calcaires, au lieu dit ἡ Μάνα τοῦ νεροῦ, au-dessus d'Arakhova, 1 600 mètres, 21-7, n° 2407.

Chaîne du Pinde, mont Peristeri, suintements dans les pelouses subalpines, vers 2 000 mètres, calcaire, 15/9, n° 2616, pieds ♀.

Mont Khelmos, bords des ruisselets, aux sources du Styx, calcaire, altitude 2 200 mètres, 13/8, n° 2388.

OBSERVATIONS relatives aux *Hyp. commutatum*, *falcatum* et *irrigatum* (pl. I et IV).

Hyp. commutatum Hedw. est une plante abondante dans les sources et les ruisseaux des pays calcaires, aux eaux incrustantes. *Hyp. falcatum* Brid. et *Hyp. irrigatum* Zett. sont souvent considérées comme des formes alpines correspondant à *Hyp. commutatum* et formant soit de simples variétés de cette dernière, soit des espèces de deuxième ordre ou sous-espèces.

A mon avis, *Hyp. irrigatum* représente une espèce bien caractérisée, beaucoup mieux, en tout cas, que *Hyp. falcatum*.

BOULAY écrit à son sujet (*Muscinées de France*, 1^{re} partie, Mousses, p. 48) : « Cette plante établit des relations curieuses entre les *H. commutatum*, *filicinum* et *fluvatile*; toutefois, elle se rattache immédiatement au *H. falcatum* dont elle diffère par des caractères à peu près de même valeur que ceux qui séparent le *H. falcatum* du *H. commutatum*. »

Je ne crois pas que *Hyp. irrigatum* rapproche *H. commutatum* de *H. fluvatile* et *filicinum*; le tissu de ces dernières est toujours bien distinct et, d'ailleurs, *H. commutatum* a elle-même suffisamment de ressemblance avec *H. filicinum* en particulier, pour qu'on les ait souvent confondues.

On sait combien la méfiance des botanistes doit être en éveil au cours de leurs herborisations, à cause de la *convergence des caractères* d'espèces qui vivent dans des conditions identiques à influence profonde sur le facies.

L'eau courante réalise peut-être la condition extérieure dont l'action est la plus forte. Nul doute que le retard de nos connaissances sur les algues d'eau douce n'ait pour origine la difficulté de se reconnaître au milieu de végétaux aquatiques, à structure très simple. *H. irrigatum* a dû, pour cette cause, être méconnue dans bien des cas et par contre signalée à tort non moins souvent.

Elle présente, d'après les auteurs, des *paraphylles rares ou nulles* et des *touffes flottantes d'un vert foncé ou olivâtre* (cf. HUSNOT, *Muscologia Gallica*, p. 396) et vit dans les eaux courantes des torrents. Or, MAJRE et PETITMENGIN l'ont récoltée en général dans les suintements des rochers calcaires, où elle possède une teinte jaunâtre ferrugineuse tout à fait analogue aux formes émergées de *H. commutatum*, et, sans avoir autant de paraphylles que cette dernière, elle en possède cependant un très grand nombre.

On peut observer d'autre part des formes inondées de *H. commutatum* qui répondraient parfaitement à la description précédente, beaucoup plus robustes que les formes émergées et qui sembleraient constituer une tout autre espèce. Cette variété abonde aux environs de Nancy, au voisinage immédiat des *résurgences*⁽¹⁾ ou *exsurgences*, où elle se plaît dans les eaux calcaires, froides et rapides.

Sans examen histologique sérieux, on rangerait cette forme dans les *H. irrigatum*.

Il est donc utile d'indiquer d'une manière précise sur quels caractères on se base pour citer les *H. commutatum*, *falcatum* et *irrigatum* ; c'est pourquoi je vais résumer en quelques lignes, appuyées par une planche de dessins, les caractères des plantes récoltées en Grèce et que j'ai rapportées à l'une ou l'autre espèce. Il ne s'agira pas des caractères de la capsule, car toutes sont stériles, si ce n'est une touffe chargée de bourgeons ♂.

1° *H. commutatum* Hedw. (pl. I). Tiges secondaires dressées, chargées de nombreuses *radicules rousses* et de paraphylles très variables (fig. c) ; *rameaux très nombreux*, courts (5-15^{mm}), à *disposition pennée* ; touffes vert jaunâtre ou ferrugineuses, plus ou moins incrustées de calcaire. Feuilles caulinaires homotropes, *triangulaires, fortement courbées* (fig. a) avec de nombreux plis se déchirant facilement, munies d'*oreillettes distinctes* et jaunâtres, limitées brusquement par de petites cellules qui passent progressivement aux cellules allongées du reste de la feuille (fig. b). Ces oreillettes sont difficiles à détacher surtout sur

(1) Expressions employées par les géologues pour désigner les sources alimentées par des eaux qui ont pénétré dans le sol, soit grâce à des gouffres ou entonnoirs (résurgences), soit grâce aux fissures des plateaux calcaires (exsurgences).

les plantes qui ont été desséchées et qui ne sont pas décalcifiées ; c'est pourquoi sans doute elles paraissent tant irrégulières ; elles atteignent parfois la nervure, mais non constamment. Celle-ci, assez forte, disparaît dans le tiers supérieur. La *denticulation des feuilles* est généralement *très apparente dès la base*. Feuilles raméales de même forme, mais plus petites, plus entières et moins auriculées (fig. d) ;

2° *Hypnum falcatum* Brid. (pl. I). Tiges secondaires plus ou moins dressées et portant des rameaux *très inégaux et irrégulièrement disposés*, plus robustes et, pour la plupart, deux ou trois fois plus longs que dans l'espèce précédente. Des paraphylles abondantes, *peu ou pas de radicules*. Touffes vert jaunâtre plus ou moins incrustées de calcaire ;

Feuilles ne différant que par la dimension, homotropes, *falciformes, mais peu courbées* (fig. f), *ovales lancéolées*, fortement plissées et à tissu également fragile, oreillettes moins distinctes, en général, que dans la précédente espèce, nervure assez forte, s'évanouissant vers le tiers supérieur (fig. g et h). Denticulation des feuilles nulle ou presque nulle ;

3° *Hypnum irrigatum* Zett. (pl. I et IV). Plus robuste encore que la précédente. Tiges secondaires plus ou moins dressées, portant des *rameaux très irréguliers et irrégulièrement disposés*, souvent plus longs encore que dans *H. falcatum*. Radicules absentes, mais paraphylles abondantes, bien qu'un peu moins que dans les précédentes espèces. Touffes vert jaunâtre ou ferrugineuses, plus ou moins incrustées de calcaire. Feuilles toutes semblables, sauf dans quelques rameaux petits et courts, homotropes, *falciformes, peu courbées* (fig. i), à tissu plus ferme que chez les mousses précédentes (fig. j), mais de même forme ou à peu près. Cependant, les *oreillettes sont généralement absentes* et il y a un passage absolument progressif des petites cellules arrondies ou ovales de la base aux cellules linéaires du reste de la feuille. La *nervure surtout est très forte, presque deux fois plus large et plus épaisse* que chez les précédentes ; elle *s'épanouit au sommet tout en s'amincissant et forme tout l'acumen* (fig. i, k et phot. i, j).

Les tiges et rameaux anciens sont couverts de feuilles à limbe détruit, sauf la nervure, qui subsiste. *Les plis des feuilles sont rares et peu accentués* et la denticulation nulle ou peu apparente.

H. Notarisii Boul.

Peristeri, pelouses subalpines, avec le précédent, n° 2617.

H. cupressiforme L.

Pélion, à Zagora, sur troncs de châtaigniers, 15/10, n° 2514; fertile.

Ibid., sur rochers de micaschistes, 15/10, n° 3008.

Taygète, Langadha de Trypi, forêts de pins, sur schistes, vers 1 000 mètres, 25/10, n° 2662.

Pinde : Krania, forêts sur les schistes, vers 1 200 mètres, 10/9, n° 2533.

Ossa, forêts de hêtres, micaschistes, 1 200 mètres, 19/10, n° 2647, 2653.

Kerkyra (ex herb. Sartori).

Parnasse, troncs d'arbres (variété désignée sous le nom de *Hypnum compressum* Mout.) [Sibthorp et Smith].

Kerkyra, Eubée (Unger).

Sans localités (Kindberg).

Épire, près de Kalendini, avec *Homalothecium sericeum*; Olo-nos, région des sapins (Breidler).

Var. *uncinatum* Boul.

Kerkyra, n° 2681; fertile (leg. V. Toundas).

Pélion, vers Zagora, rochers ombragés dans les châtaigneraies, altitude 600 mètres, 15/10, n° 2177; fertile.

Mont Kissavos (Ossa), dans les forêts de hêtres, sur micaschistes, altitude 1 000 mètres, 18/10, n° 2373.

Taygète, Boliana, à terre dans les forêts, calcaire, 21/10, n° 963 (mission de 1904, F. Renauld det.).

Var. *filiforme*.

Kerkyra (Unger).

H. molluscum Hedw.

Pinde : Krania, forêts de sapins, sur schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2530.

Ceta, Karvounari-Revma, forêts de sapins, sur schistes, 800-1 000 mètres, 30/7, n° 2496.

Acarnanie, base des troncs, près du monastère de Romvo, altitude 1 000 mètres, 10/7, n° 2638.

Pinde, forêts de hêtres, au mont Zygos, schistes, 1 500 mètres, 13/10, n° 2412.

Var. *gracile* Boul.

Acarnanie, rochers calcaires au mont Ypsili-Koryphi, altitude 1 000 mètres, 12/7, n° 2488.

H. purum L.

Épire, à terre dans les forêts de *Quercus ilex*, entre Voulgareli et Kalendini, altitude 300-400 mètres, grès du flysch, 22/10, n° 2458, 2891.

Pinde : Krania, forêts de sapins, schistes, 1 200 mètres, 10/9, n° 2483.

Kerkyra (Unger).

Attique (Kindberg).

H. cuspidatum L.

Pinde : mont Zygos, suintements dans les forêts de hêtres, schistes, 1 500 mètres, 13/10, n° 2392.

Pinde, marais sur les schistes au-dessus de Boroviko, vers 1 200 mètres, 12/9.

IV — Aperçu sur la répartition géographique des Muscinées de Grèce

Est-il prématuré d'établir, à l'aide des documents qui précèdent, les grands traits de la distribution géographique des Muscinées de Grèce ? Je ne le crois pas, car, tout incomplète que soit cette liste, elle nous donne, de la végétation muscinale de la presqu'île Hellénique, une idée fort différente de celle qui était admise jusqu'ici et que W. SCHIMPER formulait en ces termes : « Die gesammelten griechischen und ionischen Moose, so äussert er sich, tragen ganz das Gepräge unserer mediterranischen Flora, wie wir sie in Südfrankreich, Spanien und Algerien haben. » (UNGER, *loc. cit.*, p. 95.)

La conclusion était fort simple, beaucoup trop simple : c'est pourquoi, sans doute, elle s'était implantée d'une manière aussi tenace dans l'esprit des botanistes qui allaient herboriser en Grèce. Elle était justifiée, d'ailleurs, par ce fait que les documents connus de SCHIMPER se rapportaient uniquement à cette partie de la Grèce dont les caractères sont, en effet, nettement méditerranéens, c'est-à-dire : l'Attique, la portion basse et méridionale du Péloponèse, les îles Ioniennes et Eubée. On ne savait rien sur la

bryologie de cette portion du continent qui est située au nord du golfe de Corinthe. Les recherches de René MAIRE et PETTMENGIN sont venues supprimer cette lacune d'une façon très heureuse, grâce notamment à l'exploration du Pinde, des massifs de l'Ossa, du Parnasse et du Ghiona.

Parmi les facteurs qui influent sur la répartition des végétaux, y compris les Muscinées, il en est deux qu'il faut placer au premier rang : l'altitude et la nature minéralogique du sol.

J'élimine ici la latitude, qui a peu de chose à voir dans le cas présent. Pour faire ressortir le rôle de ces deux facteurs, je vais établir, pour chacune des principales stations explorées, la liste des principales Muscinées, en les rangeant selon l'altitude à laquelle elles furent récoltées et en indiquant la nature du sol pour les espèces non arboricoles.

1° Massif du Pinde

- Encalypta rhabdocarpa*, 2 000-2 100 mètres, calcaire.
- Encalypta streptocarpa*, 2 000 mètres, calcaire et schistes.
- Bryum Schleicheri*, 2 000-2 100 mètres, schistes.
- Bartramia Cederi*, 1 200-2 100 mètres, calcaire et schistes.
- Philonotis tomentella*, 2 000-2 100 mètres, schistes.
- Philonotis calcarea*, 2 000-2 100 mètres, schistes.
- Polytrichum juniperinum*, 1 500-2 100 mètres, schistes.
- Hypnum irrigatum*, 2 000-2 100 mètres, calcaire.
- Hypnum Notarisii*, 2 000-2 100 mètres, calcaire.
- Pellia Fabroniana*, 1 400-1 600 mètres, calcaire.
- Madotheca rivularis*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Lophocolea minor* 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Dicranella heteromalla*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Webera albicans*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Bryum pseudotriquetrum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Bryum turbinatum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Bartramia ithyphylla*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Timmia Austriaca*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Pogonatum aloides*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Pogonatum urnigerum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Leucodon sciuroides*, 1 400-1 600 mètres.
- Pseudoleskea atrovirens*, 1 400-1 600 mètres.
- Hypnum commutatum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Hypnum falcatum*, 1 400-1 600 mètres, schistes.
- Scapania æquiloba*, 1 100-1 300 mètres, schistes.
- Plagiochila asplenioides*, 1 100-1 300 mètres, schistes.
- Fegatella conica*, 1 100-1 300 mètres, schistes.

Hymenostomum tortile, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Dicranum scoparium, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Barbula ruralis, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Mnium affine, 1 100-1 300 mètres, schiste.
Mnium undulatum, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Mnium punctatum, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Bartramia Ederi, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Pterigynandrum filiforme, 1 100-1 300 mètres.
Homalothecium sericeum, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Eurhynchium Swartzii, 1 100-1 300 mètres, schistes.
Hypnum cupressiforme, 1 100-1 300 mètres, schistes.
H. molluscum, 1 100-1 300 mètres, schistes.
H. purum, 1 100-1-300 mètres, schistes.
H. cuspidatum, 1 100-1 300 mètres, schistes.

2° Mont Ghiona

Plagiochila interrupta, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
Distichium capillaceum, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
Barbula tortuosa, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
Grimmia apocarpa, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
G. anodon, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
Webera Ludwigii, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
Mnium stellare, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
Philonotis fontana, 1 900 mètres, schistes.
Polytrichum juniperinum, 1 900 mètres, schistes.
Homalothecium Philippeanum, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
H. sericeum, 2 000-2 500 mètres, calcaire.
Aploxia riparia, 1 400-1 900 mètres, calcaire.
Cephaloxia divaricata, 1 400-1 900 mètres, calcaire.
Eucladium verticillatum, 1 400-1 900 mètres, calcaire.
Hypnum commutatum, 1 400 mètres, calcaire.
Hypnum falcatum, 1 900 mètres, schistes.

3° Mont Parnasse

Scapania Bartlingii ? 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Plagiochila asplenoides, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Leptotrichum flexicaule, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Distichium capillaceum, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Barbula subulata, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
B. inermis, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Encalypta streptocarpa, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Bryum capillare, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Mnium stellare, 2 000-2 400 mètres, calcaire.

Timmia megapolitana, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
T. austriaca, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Pseudoleskea atrovirens, 2 000-2 400 mètres, calcaire.
Frullania dilatata, 1 200-1 600 mètres.
Fegatella conica, 1 200-1 600 mètres, calcaire.
Reboulia hemisphærica, 1 200-1 600 mètres, calcaire.
Eucladium verticillatum, 1 200-1 600 mètres, calcaire.
Fissidens pusillus, 1 200-1 600 mètres, calcaire.
Barbula cylindrica, 1 200-1 600 mètres, calcaire.
B. tortuosa, 1 200-1 600 mètres, calcaire.
Orthotrichum leiocarpum, 1 200-1 600 mètres.
O. affine, 1 200-1 600 mètres.
O. diaphanum, 1 200-1 600 mètres.
Bryum caespitium, 1 200-1 600 mètres, calcaire.
Homalothecium sericeum, 1 200-1 600 mètres.
Hypnum irrigatum, 1 200-1 600 mètres, calcaire.

4° Mont Ossa

De 1 100 à 1 400 mètres, schistes.

<i>Radula complanata.</i>	<i>B. argenteum.</i>
<i>Plagiochila asplenoides.</i>	<i>Mnium undulatum.</i>
<i>Madotheca rivularis.</i>	<i>M. punctatum.</i>
<i>Alicularia scalaris.</i>	<i>Bartramia ithyphylla.</i>
<i>Mesophylla crenulata.</i>	<i>B. pomiformis.</i>
<i>Scapania curta.</i>	<i>Diphyscium foliosum.</i>
<i>Marsupella Funckii.</i>	<i>Atrichum undulatum.</i>
<i>M. emarginata.</i>	<i>Pogonatum aloides.</i>
<i>Dicranum scoparium.</i>	<i>Polytrichum piliferum.</i>
<i>Fissidens taxifolius.</i>	<i>Heterocladium squarrosulum.</i>
<i>F. decipiens.</i>	<i>Pterygynandrum filiforme.</i>
<i>Grimmia Hartmani.</i>	<i>Isothecium myurum.</i>
<i>Rhacomitrium canescens.</i>	<i>Brachythecium rutabulum.</i>
<i>Orthotrichum rupestre.</i>	<i>Eurhynchium Stokesii.</i>
<i>Webera cruda.</i>	<i>Plagiothecium denticulatum.</i>
<i>Bryum caespitium.</i>	<i>Hypnum cupressiforme.</i>

5° Mont Ypsili-Koryphi

1 000 mètres, calcaire.

<i>Gymnostomum calcareum.</i>	<i>Barbula tortuosa.</i>
<i>Dicranum scoparium.</i>	<i>Grimmia apocarpa.</i>
<i>Fissidens pusillus.</i>	<i>G. pulvinata.</i>
<i>F. adianthoides.</i>	<i>Mnium undulatum.</i>
<i>Distichium capillaceum.</i>	<i>Lentodon Smithii.</i>

<i>Neckera turgida.</i>	<i>Homalothecium sericeum.</i>
<i>N. crispa.</i>	<i>Eurhynchium crassinervium.</i>
<i>Leucodon morensis.</i>	<i>Thamnium alopecurum.</i>
<i>Pterogonium ornithopodioides.</i>	<i>Hypnum molluscum.</i>
<i>Antitrichia californica.</i>	

6° Mont Taygète

Polytrichum alpinum, 1 900-2 000 mètres, schistes.
Eurhynchium prælongum, 1 900-2 000 mètres, calcaire.
E. Swartzii, 2 000 mètres, schistes.
Frullania dilatata, 1 000-1 400 mètres.
Madotheca rivularis, 1 000-1 400 mètres, schistes.
Fissidens taxifolius, 1 000-1 400 mètres, schistes.
Barbula cylindrica, 1 000-1 400 mètres, schistes.
B. convoluta, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
B. ruraliformis, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
B. ruralis, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
Bryum canariense, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
B. capillare, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
B. pseudotriquetrum, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
Mnium undulatum, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
Pogonatum aloides, 1 000-1 400 mètres, calcaire et schistes.
Neckera turgida, 1 000-1 400 mètres, calcaire.
Pterogonium ornithopodioides, 1 000-1 400 mètres, calcaire.
Homalothecium sericeum, 1 000-1 400 mètres, calcaire.
Brachythecium rutabulum, 1 000-1 400 mètres, calcaire.
Hypnum cupressiforme, 1 000-1 400 mètres, calcaire.
Lunularia cruciata, 400-800 mètres, schistes.
Trichostomum crispulum, 400-800 mètres, schistes.
Barbula muralis, 400-800 mètres, calcaire.
B. unguiculata, 400-800 mètres, schistes.
Orthotrichum affine, 400-800 mètres.
Funaria calcarea, 400-800 mètres, calcaire.
Mnium affine, 400-800 mètres, schistes.
Bartramia stricta, 400-800 mètres, schistes.
Scleropodium illecebrum, 400-800 mètres, schistes.

7° Attique

De 0 à 500 mètres, nature du sol non indiquée.

<i>Lophozia turbinata.</i>	<i>P. curvicollum.</i>
<i>Pellia epiphylla.</i>	<i>Pottia cavifolia.</i>
<i>Acaulon muticum.</i>	<i>P. Starkeana.</i>
<i>Phascum rectum.</i>	<i>Trichostomum tophaceum.</i>

<i>T. flavovirens.</i>	<i>Grimmia pulvinata.</i>
<i>T. anomalam.</i>	<i>Orthotrichum rupestre.</i>
<i>T. Barbula.</i>	<i>Funaria calcarea.</i>
<i>Barbula rigida.</i>	<i>F. hygrometrica.</i>
<i>B. ambigua.</i>	<i>Webera carnea.</i>
<i>B. aloides.</i>	<i>Bryum caespititium.</i>
<i>B. membranifolia.</i>	<i>B. alpinum.</i>
<i>B. chloronotos.</i>	<i>Fontinalis Duræi.</i>
<i>B. cuneifolia.</i>	<i>Leptodon Smithii.</i>
<i>B. muralis.</i>	<i>Homalothecium sericeum.</i>
<i>B. canescens.</i>	<i>Camptothecium aureum.</i>
<i>B. unguiculata.</i>	<i>Scleropodium illecebrum.</i>
<i>B. fallax.</i>	<i>Eurhynchium megapolitanum.</i>
<i>B. vinealis.</i>	<i>Eurhynchium rasciforme.</i>
<i>B. inclinata.</i>	<i>Amblystegium riparium.</i>
<i>B. squarrosa.</i>	<i>Hypnum purum.</i>

8° Iles Ioniennes

<i>Plagiochasma Aitonia.</i>	<i>O. cupulatum.</i>
<i>Lunularia cruciata.</i>	<i>O. speciosum.</i>
<i>Anthoceros lævis.</i>	<i>Funaria calcarea.</i>
<i>Gymnostomum calcareum.</i>	<i>Bryum canariense.</i>
<i>Gyroweisia tenuis.</i>	<i>B. torquescens.</i>
<i>Eucladium verticillatum.</i>	<i>B. atropurpureum.</i>
<i>Fissidens pusillus.</i>	<i>Mnium undulatum.</i>
<i>Trichostomum flavovirens.</i>	<i>Fontinalis antipyretica.</i>
<i>T. crispulum.</i>	<i>Leptodon Smithii.</i>
<i>T. Barbula.</i>	<i>Neckera turgida.</i>
<i>Barbula aloides.</i>	<i>N. cephalonica.</i>
<i>B. marginata.</i>	<i>N. pumila.</i>
<i>B. muralis.</i>	<i>Leucodon morensis.</i>
<i>B. unguiculata.</i>	<i>Pterogonium ornithopodioides.</i>
<i>B. vinealis.</i>	<i>Homalothecium sericeum.</i>
<i>B. revoluta.</i>	<i>Camptothecium aureum.</i>
<i>B. squarrosa.</i>	<i>Scleropodium illecebrum.</i>
<i>B. subulata.</i>	<i>Eurhynchium circinatum.</i>
<i>B. inermis.</i>	<i>E. Stokesii.</i>
<i>B. ruralis.</i>	<i>E. pumilum.</i>
<i>Grimmia apocarpa.</i>	<i>E. megapolitanum.</i>
<i>G. pulvinata.</i>	<i>Amblystegium riparium.</i>
<i>G. trichophylla.</i>	<i>Hypnum cupressiforme.</i>
<i>Zygodon viridissimus.</i>	<i>H. purum.</i>
<i>Orthotrichum leiocarpum.</i>	

Caractères communs aux diverses régions explorées

Ces caractères communs sont en quelque sorte négatifs, ainsi qu'on peut s'en assurer en parcourant les listes ci-dessus ; négatifs parce qu'ils consistent en l'absence d'un certain nombre de grandes Mousses qui contribuent à former le tapis des forêts et prairies de l'Europe centrale ou septentrionale.

Je citerai avant tout les genres *Hylocomium* et *Thuidium*, qui paraissent faire complètement défaut ; ce n'est certes pas à la négligence des botanistes qu'elles doivent de ne pas figurer dans le catalogue précédent, et d'ailleurs René MAIRE m'a affirmé les avoir tout spécialement cherchées. J'ajouterai, parmi les autres grandes Mousses absentes, bien qu'elles ne puissent passer inaperçues : *Eurhynchium striatum* et *E. piliferum*, *Camptothecium lutescens*, *Hypnum Schreberi*, *Homalia trichomanoides*, *Polytrichum formosum*.

L'absence à peu près générale de ce tapis moussu donne à toute la Grèce un *faux aspect méditerranéen*, dû sans doute à la sécheresse prolongée et uniforme pendant toute une moitié de l'année ; les grandes espèces qui résistent sont généralement arboricoles ou se cachent dans quelque fissure de rochers plus ou moins humides.

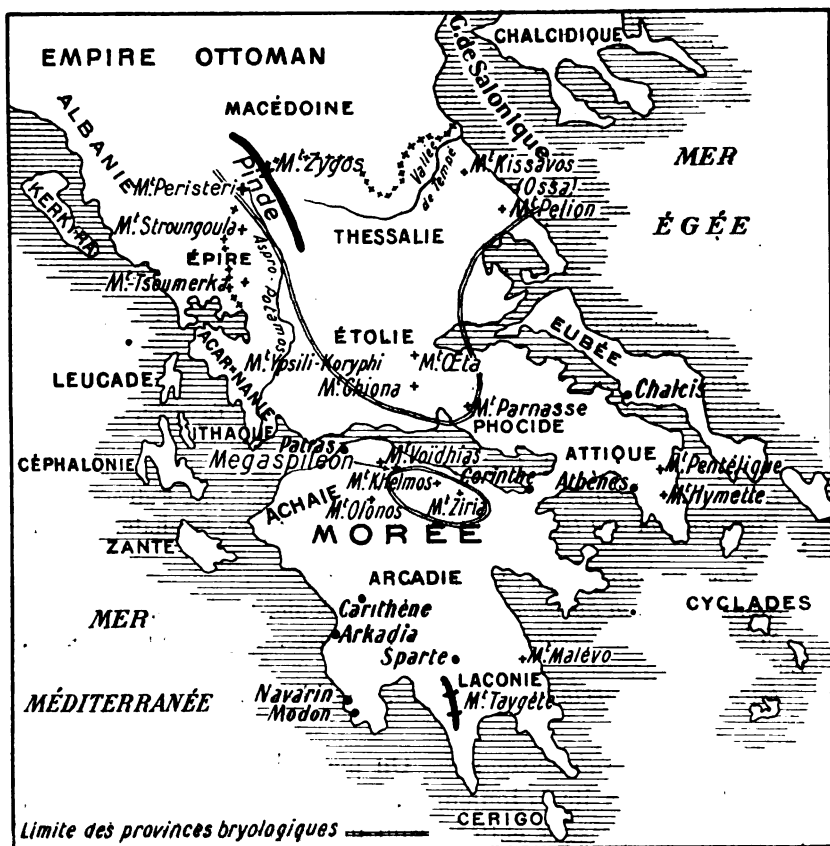
Provinces bryologiques

Mais si, laissant de côté ces caractères négatifs, on compare les Muscinées qui croissent sur les diverses montagnes, on s'aperçoit que la même altitude ne produit pas la même flore et que celle du Taygète diffère considérablement de celle du Parnasse ou du Pinde.

Dans un précédent fascicule ⁽¹⁾ René MAIRE et PETITMENGIN ont distingué quatre *étages* selon lesquels les plantes phanérogames se répartissent dans les montagnes : étage méditerranéen (en moyenne de 0 à 1 000 mètres) ; étage sylatique (en moyenne de 1 000 à 1 800 mètres) ; étage subalpin (en moyenne de 1 800 à 2 200-2 300 mètres) ; étage alpin (au-dessus de 2 200-2 300 mètres).

(1) René MAIRE et PETITMENGIN, *Matériaux pour servir*, etc. Deuxième fascicule : *Étude des plantes vasculaires récoltées en Grèce en 1904*, p. 4.

La connaissance des Muscinées n'est pas assez complète actuellement et sans doute la quantité en est insuffisante pour qu'on puisse, grâce à elles, faire des subdivisions aussi précises et aussi nombreuses. Mais il y a lieu de distinguer avant tout deux *provinces* : la *province méditerranéenne* et la *province montagnaise septentrionale* (voir la carte).



1^{re} Province méditerranéenne

On peut donner comme types de la végétation bryologique de cette province les listes 7 (Attique) et 8 (Iles Ioniennes) dressées précédemment. Si l'on veut en extraire les espèces les plus carac-

téristiques, en y ajoutant celles de quelques autres stations, on peut citer :

- Plagiochasma Aitonia* (Eubée, Céphalonie).
Lunularia cruciata (Eubée, Kerkyra, Phocide, Messénie, Taygète).
Fimbriaria fragrans (Morée).
Grimaldia dichotoma (Morée).
Reboulia hemisphærica (Morée, Épire).
Targionia hypophylla (Morée).
Phascum rectum (Attique, Scyros).
Trichostomum flavovirens (Attique, Kerkyra).
T. crispulum (Taygète, Kerkyra).
T. Barbula (Morée, Attique, Kerkyra).
T. anomalum (Attique, Scyros).
Barbula chloronotos (Attique).
B. membranifolia (Épire, Attique).
B. marginata (Kerkyra, Attique).
B. squarrosa (Kerkyra, Attique).
Bryum canariense (Achaïe, Taygète, Kerkyra).
B. torquescens (Élide, Kerkyra, Scyros).
Bartramia stricta (Taygète).
Fontinalis Durizæi (Attique).
Leptodon Smithii (Acarnanie, Messénie, Attique, Taygète, Kerkyra).
Neckera turgida (Acarnanie, Taygète, Céphalonie).
N. Cephalonica (Céphalonie).
Leucodon morensis (Acarnanie, Kerkyra, Céphalonie, Eubée).
Pterogonium ornithopodioides (Acarnanie, Épire, Céphalonie, Kerkyra).
Antitrichia californica (Acarnanie).
Camptothecium aureum (Attique, Céphalonie, Kerkyra).
Scleropodium illecebrum (Attique, Taygète, Céphalonie, Kerkyra, Eubée).
Eurhynchium circinatum (Kerkyra, Céphalonie).

Extension et subdivisions. — On peut placer dans cette province toutes les îles (Ioniennes, Cyclades, Eubée, Sporades), puis la Morée presque entière, sauf une zone avoisinant le golfe de Corinthe et dont il sera question plus loin, enfin l'Attique et la Béotie à l'est, l'Acarnanie à l'ouest. Ainsi délimitée, on peut se rendre compte qu'elle comprend des montagnes élevées, parmi lesquelles le Taygète atteint 2 400 mètres ; les îles elles-mêmes possèdent des hauteurs qui peuvent atteindre et même dépasser 1 700 mètres. La flore bryologique n'y est pas la même de bas en haut ; aussi y distinguerai-je deux étages : *α*, l'étage méditerranéen.

néen inférieur jusque vers 1 200 mètres ; β , l'étage méditerranéen supérieur au-dessus de 1 200 mètres.

Je ne puis donner à ce dernier le nom d'étage *sylvatique*, à cause du nombre très restreint des espèces connues et de leur peu de signification ; on ne peut guère y énumérer que :

Bryum capillare.

B. pseudotriquetrum.

Mnium undulatum.

Pogonatum aloides.

Polytrichum juniperinum var. *alpinum.*

Philonotis calcarea.

Cet étage, beaucoup mieux caractérisé par l'absence presque complète des espèces de l'étage inférieur, ne peut être signalé jusqu'à présent qu'au Taygète et dans l'île d'Eubée. Il est probable que les sommets les plus élevés de l'Arcadie, de la Messénie et de l'Argolide présentent des caractères analogues ⁽¹⁾.

2° Province montagneuse septentrionale

Les listes types des Muscinées de cette province sont les quatre premières établies plus haut : 1° le Pinde (1 200-2 300 mètres) ; 2° le Ghiona (2 500 mètres) ; 3° le Parnasse (2 450 mètres) ; 4° l'Ossa (1 950 mètres). J'y placerai également les massifs de l'Œta (2 000 mètres) et du Pélion (1 600 mètres) ; enfin, il faut y ajouter le massif montagneux qui forme la bordure méridionale du golfe de Lépante, comprenant le Ziria et le Khelmos ⁽²⁾ qui dépassent l'un et l'autre l'altitude de 2 350 mètres.

⁽¹⁾ L'île de Crète entrerait en entier dans la province méditerranéenne, malgré ses montagnes élevées (mont Ida, 2 500 mètres), si l'on s'en rapporte à la liste publiée récemment par NICHOLSON, « Mosses and hepatics from Crete » (*Revue bryologique*, n° 5, 1907, pp. 81-86).

⁽²⁾ Il est possible que l'on doive comprendre, avec ces deux derniers sommets, l'Olonos, 2 200 mètres, et le Panakhaïkon (Voïdhias), 1 900 mètres, explorés par HALÁCSY ; et, plus au nord, ajouter, au Pinde proprement dit, le Pinde d'Épire, sur la rive droite de l'Aspropotamos, principalement le Tsoumerka, 2 300 mètres, et le Stroungoula, 2 000 mètres (au voisinage duquel se trouvent les villes de Pramanda et Kalarrytes citées plus haut). Cependant les récoltes de HALÁCSY ne comprennent pas un nombre suffisant d'espèces pour permettre d'en tirer des conclusions un peu précises. Et, d'autre part, les montagnes de Grèce ont un caractère tellement chaotique qu'il est aventureux de généraliser et d'étendre aux massifs insuffisamment explorés les conclusions relatives à ceux qui le sont complètement.

Les renseignements connus relativement à cette province me permettent de la subdiviser en deux étages seulement : a) l'*étage sylvatique* jusque vers 1 800 mètres ; b) l'*étage subalpin* au-dessus de 1 800 mètres.

A. *Étage sylvatique*. — Au point de vue bryologique, existe-t-il, au-dessous de 1 000 mètres, un étage méditerranéen, comme l'établit René MAIRE (*loc. cit.*) pour les Phanérogames ? Je l'ignore, car on pourra remarquer l'absence complète de données pour les altitudes inférieures à 1 000 mètres dans la province montagneuse septentrionale. Il y a là un problème qui reste entièrement à élucider, principalement pour la portion de la Thessalie comprise entre les massifs de l'Ossa-Pélion, des monts Othrys et du Pinde.

Voici l'énumération des espèces les plus caractéristiques de cet étage dans lequel je me garderai bien de faire des subdivisions :

- Madotheca rivularis* (Ossa, Zygus).
- Scapania æquiloba* (Pinde).
- S. irrigua* (Pélion).
- S. curta* (Ossa).
- Cephalozia divaricata* (Ghiona).
- Chiloscyphus polyanthus* (Pélion).
- Lophocolea minor* (Pinde).
- Plagiochila asplenoides* (Pinde, Parnasse, Ossa).
- Lophozia Schreberi* (Pélion).
- Aplozia riparia* (Ghiona).
- Mesophylla crenulata* (Ossa).
- M. scalaris* (Ossa).
- Marsupella emarginata* (Pélion, Ossa).
- Marsupella Funckii* (Pélion, Ossa).
- Marchantia polymorpha* (Ceta, Pinde, Pélion).
- Fegatella conica* (Pinde, Parnasse).

Je ferai remarquer de suite que toutes ces Hépatiques ont été découvertes par René MAIRE et PETITMENGIN, et par conséquent qu'on ne pouvait connaître, avant eux, cet étage sylvatique, qui était resté complètement méconnu, malgré la netteté de ses caractères.

Parmi les mousses :

- Dicranella heteromalla* (Pinde).
- Dicranum scoparium* (Pinde, Ossa, Pélion).

Fissidens decipiens (Ossa, Ziria).
Didymodon rubellus (Ziria).
Grimmia montana (Æta).
G. Hartmani (Ossa).
Rhacomitrium canescens (Ossa).
Orthotrichum urnigerum (Æta).
Encalypta streptocarpa (Parnasse, Pinde).
Bryum pseudotriquetrum (Pinde, Pélion).
B. turbinatum (Pinde).
Mnium punctatum (Ossa, Pinde).
Bartramia ithyphylla (Ossa, Pinde).
B. pomiformis (Ossa).
B. (Ederi) (Pinde).
Philonotis fontana (Æta, Ghiona).
Diphyscium foliosum (Ossa).
Atrichum undulatum (Ossa).
Pogonatum aloides (Zygos, Ossa).
P. urnigerum (Zygos).
Polytrichum piliferum (Ossa, Pélion).
P. juniperinum (Pinde, Ghiona).
Pseudoleskea atrovirens (Pinde, Parnasse).
Heterocladium squarrosulum (Ossa).
Pterigynandrum filiforme (Ossa, Æta, Pinde).
Plagiothecium denticulatum (Ossa).
Hypnum aduncum (Æta).
H. commutatum (Pélion, Khelmos, Pinde, Ghiona).
H. falcatum (Æta, Ziria, Pinde).
H. cuspidatum (Pinde).

B. *Étage subalpin.* — Cet étage est mal caractérisé au point de vue bryologique, ce qui est facile d'ailleurs à expliquer. Tandis que l'étage sylvaïque présente des forêts de chênes divers, de hêtres ou de sapins qui maintiennent un certain degré de fraîcheur permettant le développement des Mousses et Hépatiques, « l'étage subalpin est caractérisé par les broussailles basses de *Daphne oleoides*, *Juniperus communis* var. *hemisphærica*, *Prunus prostrata*, *Rhamnus prunifolia*, *Astragalus rumelicus*, etc. L'étage alpin ne présente plus guère que des pâturages rocaillieux formés de touffes plus ou moins distantes de *Festuca varia*, entremêlées de plantes en coussinet (*Alsine parnassica*, *Astragalus angustifolius*, *Acantholimon Echinus*, etc.). » [René MAIRE et PETITMENGIN, loc. cit., p. 4.]

Ces sommets alpins n'ont rien, en somme, d'alpestre, il leur

manque de l'eau, et leur aridité exclut, ou à peu près, la végétation non enracinée. Voici la liste de tout ce qu'on peut y relever :

Scapania Bartlingii ? (Parnasse).
Barbula papillosissima (Khelmos).
Grimmia alpicola (Ghiona).
G. anodon (Ghiona).
Encalypta rhabdocarpa (Pinde).
Webera Ludwigii (Ghiona).
Mnium stellare (Ghiona, Parnasse).
Philonotis tomentella (Pinde).
Timmia austriaca (Parnasse, Pinde).
T. megapolitana (Parnasse).
Polytrichum juniperinum var. *alpinum* (Ziria, Œta).
Hypnum falcatum (Ghiona).
H. irrigatum (Parnasse, Pinde, Khelmos).
H. Notarisii (Pinde).

Il est remarquable que les Hépatiques sont absentes, ou à peu près, et que les Mousses sont fort rares et peu caractéristiques, la plupart pouvant être attribuées également à l'étage sylvatique et s'y trouvant effectivement. Il n'y a donc pas lieu de distinguer un étage alpin spécial, à moins qu'on ne supprime l'étage subalpin.

Il faut remarquer, d'autre part, qu'on ne peut guère attribuer cet étage particulier qu'au Pinde, au Parnasse et au Ghiona.

Résumé et conclusions

L'état actuel de nos connaissances sur la bryologie de la Grèce, et principalement les découvertes de René MAIRE et PETITMENGIN, m'ont donc conduit à distinguer *deux provinces botaniques*, chacune d'elles présentant *deux étages* dont l'un est fort bien caractérisé et l'autre, le plus élevé, beaucoup moins, en vertu de sa pauvreté :

1° Une *province méditerranéenne* avec un *étage méditerranéen inférieur* et un *étage méditerranéen supérieur* ; 2° une *province montagneuse septentrionale* avec un *étage sylvatique* et un *étage subalpin*.

Des recherches plus complètes pourront modifier cette classification, qui n'a d'autre prétention que de grouper les faits connus et qui présente l'avantage de provoquer la critique et..... les herborisations.

Je ne puis aborder ici l'étude de l'influence du climat des diverses stations, car je crois bien qu'en dehors des connaissances vagues que l'on possède depuis longtemps sur le climat général de la Grèce, on n'a guère de données précises. On ne pourrait donc que chercher à connaître le climat d'après la flore, et c'est précisément l'inverse de ce qu'il faudrait faire.

Je n'ajouterai rien non plus sur l'influence de la nature minéralogique du support, d'ailleurs peu varié, me contentant d'avoir noté scrupuleusement les indications qui m'ont été données à moi-même.

Explication des planches

PLANCHE I

- a. Feuille caulinaire d'*Hypnum commutatum* (gr. 40).
- b. Tissu dans le tiers supérieur (gr. 250).
- c. Paraphylle d'*Hypnum commutatum* (petite forme, gr. 120).
- d. Feuille raméale d'*H. commutatum* (gr. 40).
- e. Feuille des rameaux principaux d'*H. falcatum* (gr. 40).
- f. Tissu vers le tiers supérieur (gr. 250).
- g. Coupe transversale de la même, vers le tiers supérieur (gr. 200).
- h. Coupe transversale de la même, vers le tiers inférieur (gr. 200).
- i. Feuille des rameaux principaux d'*H. irrigatum* (gr. 40).
- j. Tissu, vers le tiers supérieur (gr. 250).
- k. Coupe de la même vers le quart supérieur (gr. 200).

NOTA. — Les coupes ont été faites après séjour des échantillons dans de l'eau acétique, pendant quelques heures, pour obtenir une décalcification permettant l'emploi du rasoir.

L'échantillon d'*H. commutatum* utilisé est le n° 2174 du mont Pélion.

Celui d'*H. falcatum*, le n° 2444 du mont Ziria.

Celui d'*H. irrigatum*, le n° 2616 du mont Peristeri.

PLANCHE II

- a et c. Sommet des feuilles de *Grimmia Hartmani* ayant formé des corpuscules reproducteurs (gr. 70).
- b. Corpuscule mûriforme du *Grimmia Hartmani* (gr. 70).
- d. Jeune sporocarpe indifférencié du *Grimmia Hartmani*, avec coiffe et archégones (gr. 9).
- e. Dent du péristome de *Grimmia Hartmani*, vue par sa face externe (gr. 120).
- f. Portion médiane d'une coupe de feuille de *Barbula papillosissima*, vers le tiers inférieur du limbe (gr. 200).
- g. Feuille de *Barbula papillosissima* (gr. 15). — a, zone hyaline à grandes cellules lisses.
- h. Tissu de *Barbula papillosissima*, vu de face vers le tiers inférieur du limbe (gr. 250).

Dessin en réunissant deux, obtenus par mises au point successives sur le sommet des papilles, puis sur leur base.

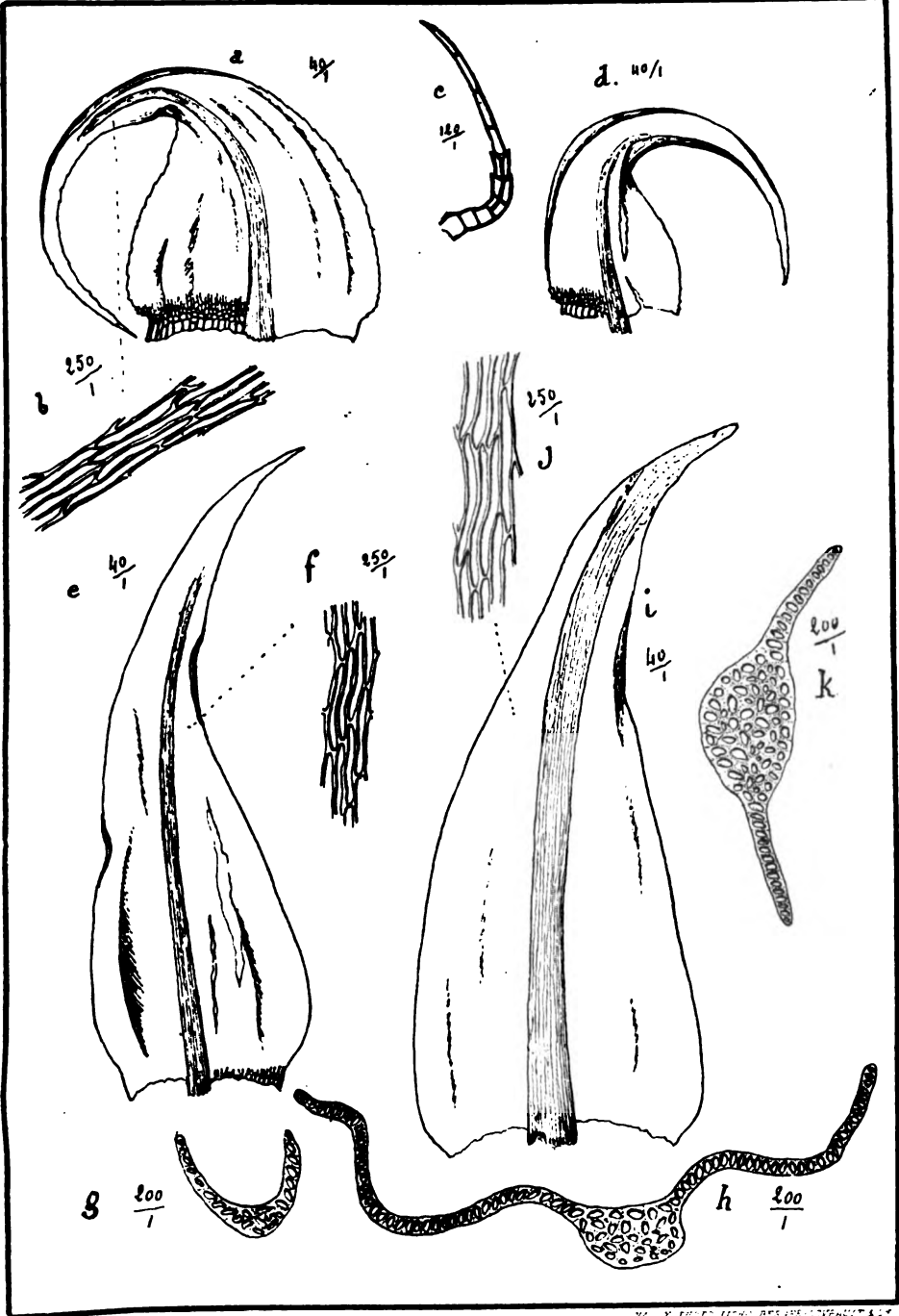
- i. Tissu de *Barbula ruralis*, obtenu de la même manière que le précédent (gr. 250). Échantillon récolté à Nancy.
- j. Tige feuillée de *Bryum canariense* var. *provinciale* (grandeur naturelle).
- k. Capsule et partie supérieure du pédicelle de *Funaria Maireana* (gr. 5).
- l. Tissu du bord de la feuille de *Funaria Maireana* en dessous du sommet (gr. 150).
- m, n, o. Feuilles de *Funaria Maireana* (gr. 17).
- p. Spore de *Funaria Maireana* (gr. 400).
- q. Spore de *Funaria hygrometrica* (gr. 400).

PLANCHE III

- a et b. Tissu de la feuille de *Barbula papillosissima*, vu de face (gr. 170).
Mise au point sur le sommet des papilles.
- c. Même tissu (gr. 170). Mise au point sur l'origine des papilles.
- d. Tissu de la même, à la limite de la zone à grandes cellules transparentes et de la région papilleuse (gr. 170).
- e. Coupe de la même, vers le milieu (gr. 47).
- f et g. Coupes de la même, vers le milieu (gr. 170).
- h. Sommet fertile d'une tige de *Grimmia Hartmani* (gr. 7). [Photographie d'un échantillon sec, mis en herbier.]

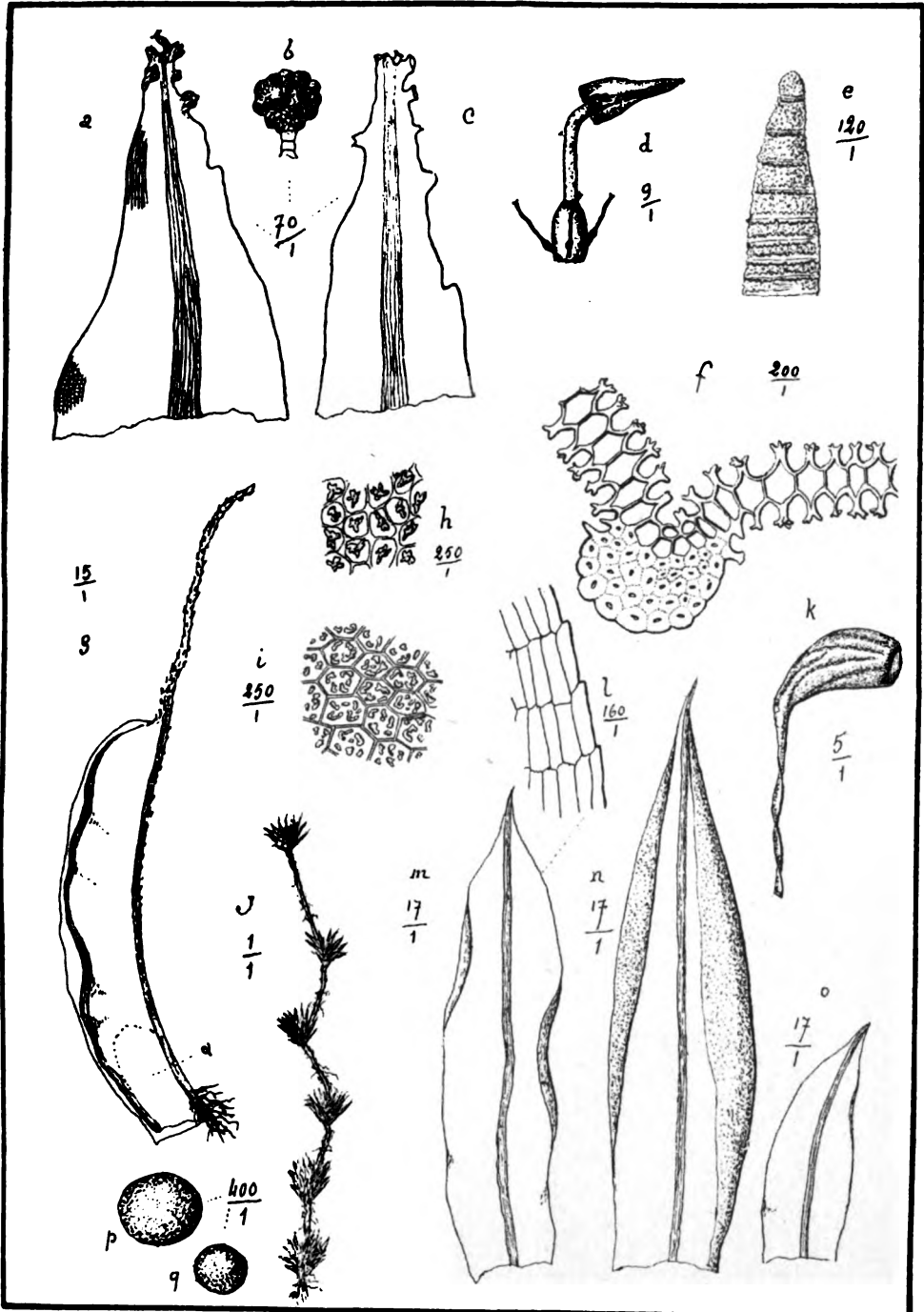
PLANCHE IV

- a et b. Coupes de pédicelles de *Funaria Maireana* (gr. 170).
- c et d. Coupes de pédicelles de *Funaria hygrometrica* (gr. 170). [Échantillon très robuste des environs de Nancy.]
- e. Feuille moyenne de *Funaria Maireana* (gr. 22).
- f. Quatre dents du péristome externe de *Funaria Maireana*, vues de l'extérieur (gr. 47). La photographie montre également une dent du péristome interne restée en place et une partie du tissu cellulaire réunissant les sommets des dents externes.
- g. Une dent du péristome interne de *Funaria Maireana* (gr. 128).
- h. Pied mâle de *Funaria Maireana* (gr. 29).
- i. Feuille des rameaux principaux de *Hypnum irrigatum* (gr. 22).
- j. Autre exemplaire de feuille de *H. irrigatum* (gr. 29).



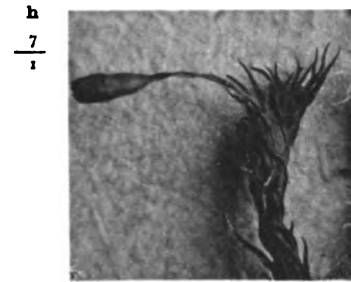
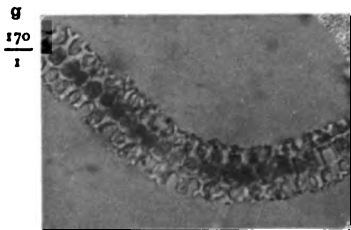
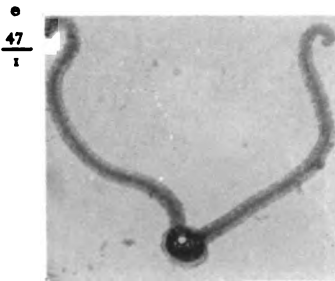
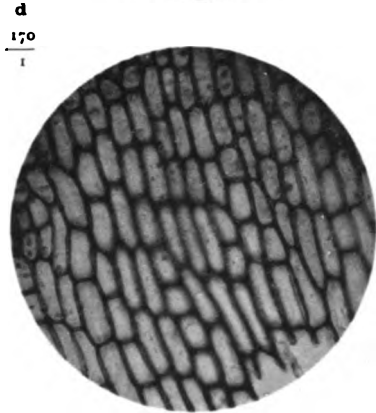
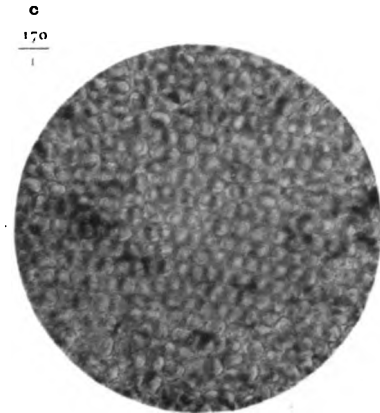
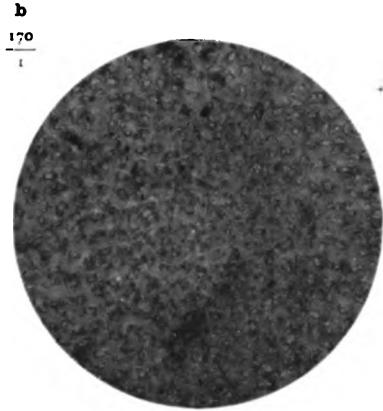
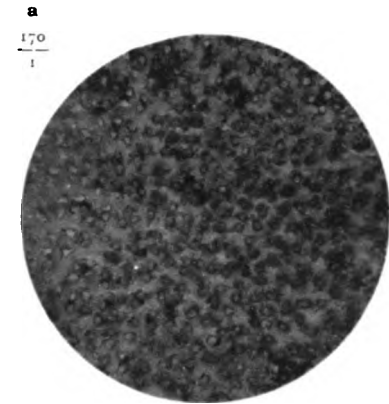
A. Coppey del

VERMOREL, 1910, DES. DES. UNIV. NANCY

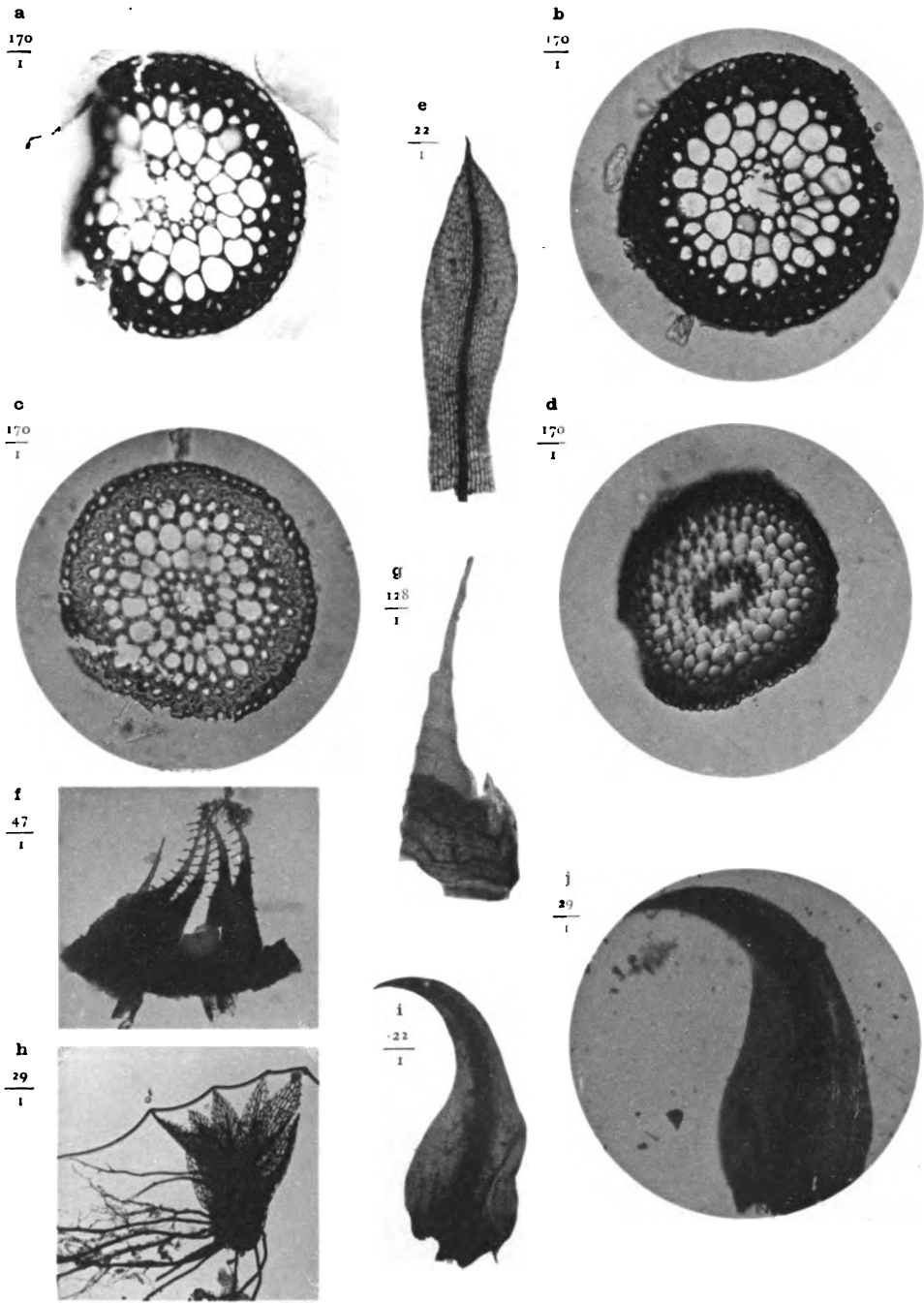


A. Coppey del.

NANCY. PHOTO LITHO. BEPOER LEYRAULT & C^{ie}



A. Coppey, phot.



A. Coppey, phot.

LE
CHAMPIGNON DE L'ÉCORCE DU SAPIN

PHOMA ABIETINA R. HART.

(*FUSICOCUM ABIETINUM* PR. ET DEL.)

EN 1907

DANS LE HAUT JURA

Par M. E. HENRY

Dans les mois de septembre et octobre 1907, de nombreux articles de journaux ont, à la suite d'une communication faite à l'Académie des sciences ⁽¹⁾, attiré l'attention du grand public sur une maladie qui sévit depuis deux ans dans les sapinières des forêts montagneuses du Jura, mais qui s'est considérablement étendue en 1907. Au dire de M. Bouvier, ou des journalistes qui l'ont interrogé, « nos immenses forêts de sapins de l'Est, et particulièrement du Jura, sont menacées d'une *destruction complète*, par suite de l'apparition d'une nouvelle maladie, le *rouge du sapin*, qui s'étend avec une rapidité prodigieuse... Ce qui est effrayant dans l'espèce, aurait dit M. Bouvier, c'est que le « rouge du sapin », à l'encontre du « rouge du pin », déjà connu, *tue les arbres*. Dans le magnifique site du lac de Bonlieu, toujours si vert, on aperçoit de temps en temps des taches rouges. Ce sont

⁽¹⁾ *La maladie du rouge des sapins dans le haut Jura*. Note de M. E. BOUVIER. Séance du 23 septembre 1907.

des sapins morts ⁽¹⁾. Or toutes les forêts de sapins de ces régions que j'ai parcourues sont également atteintes par le fléau... Il faut agir au plus vite sous peine de voir disparaître rapidement ces magnifiques forêts. J'ai averti les propriétaires, l'administration forestière, qui a envoyé une mission sur les lieux. J'ai averti également mes savants confrères, MM. Mangin et Prillieux.

« Mais le mal est d'autant plus difficile à combattre que sa nature *est encore inconnue...* ⁽²⁾. »

Tout en m'inclinant devant la haute compétence des savants que je viens de citer, je me permettrai d'être d'un tout autre avis que M. Bouvier et d'affirmer que *non seulement la cause de la maladie est parfaitement connue, mais encore que*, si l'invasion actuelle suit une marche analogue à celle des nombreuses invasions précédentes du même parasite, *les dégâts seront insignifiants*.

I. — Constatations du service forestier

Les agents forestiers ont constaté la maladie dès son apparition et n'ont cessé d'étudier sa marche et ses progrès, ainsi qu'il résulte des extraits suivants empruntés au rapport du conservateur des forêts du Jura, adressé le 8 octobre 1907 à l'administration des forêts, en réponse à une dépêche de M. le directeur général relative à l'apparition d'une maladie sur le sapin.

« Au commencement de l'été 1906, nous avons remarqué que le vert foncé des sapinières était moucheté çà et là de petites taches rouges. N'ayant jamais constaté sur le sapin les effets de la gelée sous cette forme, nous sommes resté convaincu qu'il s'agissait d'une maladie cryptogamique... Dans notre rapport du

(1) Les sapins du lac de Bonlieu sont morts sous les coups du bostriche curvidenté (*Tomicus curvidens*) qui vit exclusivement sur le sapin et, tous les ans, fait périr çà et là les arbres languissants ou qui ont subi un traumatisme quelconque. La maladie du rouge n'y a été pour rien. Le fait a été constaté de la manière la plus nette par les agents et par le conservateur des forêts lui-même.

(2) Extrait de *l'Écho de Paris* du 28 septembre 1907. Cet article a pour titre : UN DÉSASTRE FORESTIER. *Le Petit Parisien*, *le Matin*, *le Temps*, etc., ont reproduit avec des commentaires variables la communication de M. Bouvier.

L'article de tête qui a paru dans le *Bulletin des Halles* du vendredi soir 25 octobre 1907, sous la rubrique *les Sapins*, est particulièrement violent et d'une injustice flagrante vis-à-vis des agents de l'administration des forêts. M. Bouvier doit se repentir d'avoir provoqué un tel débordement d'articles plus ou moins bienveillants à propos d'une maladie insignifiante qu'il n'est du reste au pouvoir de personne d'enrayer.

mois de novembre 1906, provoqué par la note de l'administration du 18 septembre 1906, relative aux ravages des insectes, nous avons signalé l'apparition de cette maladie cryptogamique et nous en avons reparlé dans notre rapport général de fin d'année.

« Au printemps de 1906, la maladie, bien que s'étendant déjà sur presque tous les massifs du deuxième et du troisième plateau, semblait légère; un sapin sur 500, ou sur 1 000, portait une mouche, quelquefois deux ou trois.

« A l'automne, la maladie avait semblé se propager au moins sur certains points. Au Risoux, où le sapin n'entre que pour un dixième dans la composition du peuplement, tous les sapins au-dessus de 0^m 20 de diamètre environ étaient attaqués, mais la jeunesse était complètement indemne.

« Au printemps de 1907 tout semblait avoir disparu; les agents ont fait les martelages dans les sapinières sans rien remarquer d'anormal; à nos questions à ce sujet il fut toujours répondu qu'on ne voyait plus rien. Mais à la fin de l'été un observateur attentif pouvait remarquer que l'extrémité d'un grand nombre de rameaux de sapin était devenue vert pâle ou jaunâtre; quinze jours ou trois semaines plus tard, tous ces rameaux étaient franchement rouges.

« Actuellement, dans les massifs du premier et du deuxième plateau, où le sapin domine (Bonlieu, Saint-Laurent, la Joux), les arbres sont atteints dans la proportion de 50 % environ. Sur le troisième plateau, au Risoux, où le sapin forme un dixième du peuplement, tous les sujets de cette essence sont contaminés sans exception; nous avons pu parcourir dans ce massif une quinzaine de kilomètres sans en trouver un seul petit ou grand qui soit épargné.

« Jusqu'à présent, toutefois, la maladie n'a jamais causé la mort d'un arbre, ni son dépérissement, ni même un état de souffrance générale qui soit perceptible à l'œil.

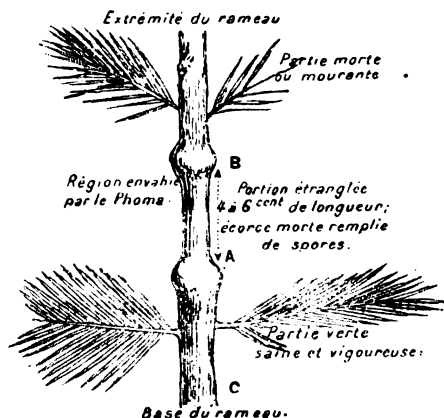
« Les taches rouges sont réparties au milieu du feuillage de l'arbre en nombre variable; le plus souvent il n'y en a qu'une sur un arbre, quelquefois deux, trois ou quatre, disséminées, rarement dix ou douze; *le tiers supérieur de l'arbre n'en présente jamais* (1).

(1) Ce fait, très important pour la démonstration du peu de nocuité du champignon, a déjà été constaté dans l'inspection d'Arbois en 1892-1893 et dans les Vosges en 1887-

« Les taches ne sont jamais situées qu'à l'extrémité des rameaux ; leur dimension varie entre 1 et 50 centimètres.

« En examinant les rameaux atteints en 1906 on constate que le bois de la partie malade est desséché, les feuilles en sont tombées ; mais toute la partie inférieure est absolument verte et vigoureuse ; le mal n'est pas descendu sur le rameau, il a sauté à une autre branche.

« Si l'on examine un rameau atteint, on constate invariablement que, à la base de la partie malade, sur la branche principale,



se trouve un étranglement de longueur constante, 5 à 6 centimètres, compris entre deux bourrelets ; sur l'étranglement, l'écorce est noire et granuleuse ; au-dessus, vers l'extrémité l'écorce est brune et desséchée (vers B) ; au-dessous, vers le corps de l'arbre (en AC), la branche est restée verte et vigoureuse. Si l'on enlève l'écorce au canif on trouve,

au-dessus du bourrelet supérieur, des galeries où nous avons découvert de nombreux bostriches et des larves ; d'après les documents de la circulaire n° 686, c'est le bostriche dit *Cryphale* du sapin (*Cryphalus abietis*), car il n'a que 1 millimètre à 1 millimètre et demi de longueur.

« Étant données les allures de la maladie, nous penchons vers cette opinion que le bostriche n'en est pas la cause, mais l'effet ; elle serait provoquée par un champignon qui préparerait au bostriche un terrain favorable..... Afin de nous faire renseigner plus exactement sur l'espèce des champignons et des insectes qui s'en prennent au sapin, nous envoyons, en même temps qu'à l'admi-

1888-1889. « J'ai été frappé de ce fait, dit M. Mer, que la maladie envahissait de préférence les branches inférieures des arbres, que les rameaux atteints étaient moins nombreux dans le milieu de la cime, enfin qu'on n'en voyait plus dans les parties supérieures, et cela qu'il s'agit de grands ou de petits sapins. » (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXVII, 1890. p. 45.)

nistration, un lot d'échantillons de branches malades à l'École nationale forestière de Nancy. »

II — Résultats de l'examen des branches malades

Avec la description si nette et si exacte qui précède, il était inutile à quiconque est quelque peu au courant des maladies parasitaires du sapin d'ouvrir le paquet d'échantillons pour être fixé sur la cause de la maladie.

Parmi les champignons parasites du sapin, il n'y en a qu'un qui attaque les rameaux de cette manière si spéciale, si caractéristique : c'est le *Phoma abietina* R. Hart.

J'ai soigneusement examiné les douze rameaux malades envoyés à l'École. Tous étaient des branches latérales ; de l'extrémité du rameau jusqu'à la portion étranglée champignonnée il y a des distances variables ; la plus grande que j'aie mesurée sur ces douze rameaux est de 60 centimètres ; le champignon se trouvait sur la pousse de sept ans. A la limite entre la partie inférieure garnie d'aiguilles saines, d'un vert foncé, et la région supérieure, dont la branche principale et les rameaux ne portaient que des aiguilles plus ou moins rousses, mortes ou mourantes, tous présentaient, sur la branche principale, une région longue de 4 à 7 centimètres où non seulement l'écorce, mais le bois sous-jacent étaient morts. L'écorce de cette région est devenue rugueuse ; elle est criblée de petits trous noirs, perforations de l'écorce qui éclate sous la poussée des pycnides sous-jacentes. Cet aspect si particulier de l'écorce est très bien figuré dans l'ouvrage de Robert Hartig ⁽¹⁾ [fig. 64, p. 135 de la traduction française]. Dans ces perforations apparaissent, en été et en automne, des tubercules noirs.

Ce sont des pycnides ou amas de pycnides qui ont percé la membrane subéreuse. Elles sont ou bien petites et arrondies, ou bien multiloculaires, et se présentent sous une forme irrégulière comme des tubercules noirs sclérotiformes. Dans l'intérieur de ces organes naissent, sur la couche hyméniale qui revêt les parois, d'innombrables petites spores hyalines, droites, fusiformes, avec

(¹) *Lehrbuch der Baumkrankheiten*, 2^e édit., 1889, traduit en français sous le titre : *Traité des maladies des arbres*, par MM. GRASCHKE et HENRY, professeurs à l'École nationale des eaux et forêts. Berger-Levrault et C^{ie}, 1891.

deux grosses guttules et d'autres plus petites, mesurant $8-10 \times 4-5 \mu$.

Tous les points noirs de l'écorce, qui ont de $1/4$ à $1/2$ millimètre, renfermaient des pycnides contenant d'innombrables spores, lesquelles, à la dissémination, peuvent infester les rameaux voisins, à condition que ceux-ci se trouvent dans un état spécial de réceptivité dont les circonstances nous sont encore inconnues, et n'aient pas plus de 2 centimètres de diamètre environ. Bien que j'aie examiné de très nombreux points attaqués, non seulement dans ce dernier envoi, mais encore lors de l'invasion de *Phoma* qui a déjà eu lieu dans le Jura (inspection d'Arbois) en 1892 et 1893, et bien que mon examen ait porté sur des branches conservées longtemps dans un milieu humide, je n'ai jamais trouvé sous le microscope que des conidies; les asques de cette espèce sont encore inconnues.

Sur les branches assez fortes, le bois ne se dessèche pas de suite et la nutrition peut se prolonger quelques années après la mort de l'écorce. L'accroissement en diamètre se continue donc pendant un certain temps au-dessus de ces 4 à 7 centimètres d'écorce morte et il se forme un léger bourrelet à la limite supérieure de cette portion morte, qui paraît dès lors comme étranglée.

Un bourrelet analogue, plus volumineux, se forme également à la limite inférieure de cette même région au-dessous de laquelle la vie se déroule normalement.

Souvent l'écorce éclate sous la pression des néoplasmes et l'on constate, au niveau de ces bourrelets, des suintements de résine.

Les aiguilles, ne recevant plus, par suite de la dessiccation progressive de l'écorce et du bois, une alimentation suffisante, deviennent d'abord d'un vert jaunâtre, puis brunes, puis rouges; finalement elles meurent et tombent. Sur un certain nombre des échantillons examinés, il n'y avait plus une aiguille au-dessus de cette région étranglée et morte de l'écorce.

Dès que le bois et les feuilles se trouvent dans cet état de langueur dont il vient d'être question, ils réalisent précisément les conditions favorables à l'installation des bostriches et des champignons saprophytes.

Bostriches. — Sous l'écorce du bourrelet supérieur, c'est-à-dire dans la région mourante ou venant de mourir, j'ai trouvé en grand

nombre un petit scolytide qui, comme l'avait indiqué le rapport du conservateur, est bien le *Cryphalus piceæ* Ratz.

De petite taille (1^{mm} - 1^{mm} ,5), il se loge sous l'écorce mince des sapins languissants, ayant encore quelque peu de sève; on ne le trouve plus sur les rameaux secs, morts depuis plusieurs années. Le sapin est son arbre favori. Un autre scolytide, de plus grande taille (2^{mm} ,5- 3^{mm}), le bostriche curvidenté (*Tomicus curvidens* Germ.), attaque aussi de préférence le sapin, mais se loge sous l'écorce plus épaisse du fût ou des grosses branches. C'est lui qui a fait périr les sapins des bords du lac de Bonlieu. Chaque année, on le signale de-ci de-là sur des arbres qui ont été mis dans le cas de *minoris resistentiæ*, comme disent les médecins, pour une cause quelconque (état trop serré, sécheresse, ébranlement par le vent, rupture de branche, etc.). Ces arbres se maintiendraient ou se rétabliraient sans le bostriche qui se jette sur eux et les achève rapidement.

Champignons. — M. Mangin, professeur au Muséum, a examiné les aiguilles malades de ces sapins du Jura et a fait connaître le résultat de son étude dans une note à l'Académie des sciences (26 novembre 1906). Les espèces les plus fréquemment représentées sont : *Rhizosphæra abietis*, nov. g.; *Macrophoma abietis*, nov. sp.; *Cytospora pinastri* Fries; *Menoidea abietis*, nov. g.

Ces espèces sont, à mon avis, uniquement saprophytes. Cependant, M. Prillieux, qui a aussi étudié les aiguilles des rameaux de sapin attaqués par le *Phoma abietina*, lors de son invasion dans la forêt de Gérardmer, considère le *Cytospora pinastri* comme franchement parasite. « Sur des échantillons complètement indemnes de l'attaque de tout autre parasite, dit M. Prillieux (¹), on trouve nombre de rameaux dont les feuilles, parfaitement vertes et bien portantes à la partie inférieure, deviennent brusquement jaunes vers la partie supérieure de la branche; les feuilles jaunes sont chargées sur les deux faces de points noirs clairsemés, légèrement proéminents, qui sont des fructifications de *Cytospora*. »

Sur les rameaux attaqués par le *Phoma*, les feuilles sont, aussi, parfaitement vertes et bien portantes au-dessous de cette portion

(¹) *Bulletin de la Société mycologique de France*, t. VI, 1890, p. 177.

étranglée du rameau dont on vient de parler et, grâce à l'action destructive du mycélium du *Phoma*, les feuilles deviennent brusquement jaunes vers la partie supérieure de la branche. Mais, comme on ne peut admettre que le champignon du rameau ait échappé à l'investigation d'un savant aussi compétent en cette matière que M. Prillieux, lequel, du reste, avait déjà étudié ce champignon de l'écorce et l'avait d'abord identifié avec le *Dothiorella pitya* Sacc., il faut reconnaître comme un fait démontré que le *Cytospora pinastri* peut attaquer des aiguilles saines, non encore affaiblies par l'action du *Phoma* ou de tout autre parasite ramicole.

Quoi qu'il en soit, je suis convaincu que le véritable agent nocif est, pour les douze rameaux soumis à mon examen ⁽¹⁾, le *Phoma abietina*.

La présence constante de cette espèce, la séparation brusque entre la partie saine et la partie malade du rameau, séparation qui coïncide toujours avec cette région morte de l'écorce où foisonnent les spores, suffiraient à démontrer la vérité de cette assertion.

III — Apparitions antérieures du « *Phoma* »

C'est, à ma connaissance, Robert Hartig, le célèbre professeur de Munich, qui a consacré une grande partie de sa vie à l'étude des champignons parasites des arbres, c'est Robert Hartig qui a le premier décrit la maladie causée par le *Phoma* ⁽²⁾ et donné une brève diagnose du champignon, qu'il a rencontré à diverses reprises dans la Forêt de Bavière, dans la Forêt-Noire, dans les Alpes Bavaraises.

« Sur les vieux arbres, dit-il, une grande partie des aiguilles sont souvent brunies, ce qui m'a frappé immédiatement quand j'ai parcouru pour la première fois le Bayerischer Wald. Bien que j'aie observé la maladie tous les ans, je n'ai pas encore pu découvrir d'asques. »

(1) M. le conservateur des forêts affirme que les rameaux envoyés à l'école représentent tous les symptômes constatés dans la maladie des sapinières du Jura.

(2) Dans son livre *Lehrbuch der Baumkrankheiten*, 2^e édit., 1889, ouvrage qui a été traduit en français sous le titre : *Traité des maladies des arbres*. Berger-Levrault et C^{ie}. 1891.

On n'est pas plus avancé aujourd'hui à cet égard qu'en 1889.

« Dans quelques cas, dit encore Hartig, j'ai constaté cette maladie sur l'écorce de tiges ayant 5 centimètres de diamètre; en général, elle n'atteint que les branches des grands sapins et les tiges des jeunes et se révèle par la mort de l'écorce tout autour du rameau. »

Je ne l'ai jamais observée que sur des rameaux ou des tiges ayant au plus la grosseur du doigt. M. Mer a fait la même constatation sur les sapins de Gérardmer; il n'a pas vu de *Phoma* sur une pousse âgée de plus de onze ans.

M. von Tubeuf parle de cette espèce dans les termes suivants (1) : « Il arrive que dans les sapinières souvent un grand nombre de branches feuillées brunit, se distinguant nettement de celles qui ont gardé leurs aiguilles bien vertes. Si l'on examine de près ces rameaux morts ou mourants, on trouve une région où le rameau est étranglé (2). L'écorce et le cambium sont morts aux places attaquées, tandis que le reste du rameau supérieur continue à croître quelque temps en diamètre. Sur cette partie morte, de nombreuses petites pycnides noires perforent l'écorce et laissent échapper leurs conidies, petites, hyalines, unicellulaires, fusiformes, qui infestent les rameaux en août et septembre. La branche envahie finit par mourir sans perdre ses aiguilles. »

Ces deux auteurs allemands, si attentifs à signaler la nocuité des espèces, ne disent pas un mot de celle du *Phoma*.

MM. Prillieux et Delacroix ont étudié cette espèce tout d'abord sur des rameaux envoyés par M. d'Arbois de Jubainville (3); ils avaient d'abord cru pouvoir identifier ce parasite avec le *Dothiorella pitya* Sacc.; mais, après la lecture du livre de Hartig et la comparaison de leur champignon avec l'échantillon type envoyé par Saccardo, ces savants ont reconnu leur erreur.

Le soi-disant *Dothiorella* n'était autre que le *Phoma abietina* de Hartig. Seulement il leur a semblé que cette dernière espèce

(1) *Pflanzenkrankheiten durch Kryptogame-Parasiten verursacht*, par Dr Karl Freiherr von Tubeuf. Berlin, Julius Springer, 1895, p. 482.

(2) Le nom allemand de la maladie est précisément tiré de cette particularité si caractéristique. C'est la *Einschnürungskrankheit der Tannenzweige*.

(3) Note sur le *Dothiorella pitya* Sacc. (*Bulletin de la Société mycologique de France*, t. VI, 1890, p. 98). Cette note parle d'échantillons d'épicéa; c'est sapin qu'il faut lire, le *Phoma* n'ayant été jusqu'alors signalé que sur l'*Abies pectinata*.

devait plutôt rentrer dans le genre (provisoire aussi) *Fusicoccum* et ils lui ont donné le nom de *Fusicoccum abietinum*.

Les échantillons sur lesquels MM. Prillieux et Delacroix ont travaillé provenaient en partie de M. Mer, qui a décrit, dans le *Bulletin de la Société botanique de France* (t. XXXVII, 1890, p. 38-48), la maladie provoquée en 1887-1888-1889 par le *Phoma abietina* sur les rameaux des sapins de la forêt domaniale de Gérardmer. M. Mer a très bien fait ressortir l'importance de cette partie étranglée du rameau (qu'il appelle la *région effeuillée*) où se trouvent d'innombrables pycnides, et des bourrelets qui la limitent comme si cette région effeuillée avait subi une décortication annulaire. C'est seulement sur cette partie du rameau que se trouvent les pycnides; le mycélium amène plus ou moins vite la mort de l'écorce et du bois de cette région et par suite de toute la partie supérieure du rameau.

Voici, d'après M. Mer, quelle a été la distribution de la maladie dans la forêt de Gérardmer : « Elle était très répandue dans les Vosges en 1887 et 1888. Le nombre des sapins atteints était considérable et il n'était pas rare d'apercevoir du pied de l'arbre quatre ou cinq branches ayant leurs extrémités desséchées. L'examen des cimes après abatage permettait d'en découvrir davantage encore. En 1889, le nombre des branches malades était déjà plus faible; la maladie paraissait être dans une phase de décroissance. Je n'ai pas constaté qu'elle fût liée à certaines conditions de milieu ⁽¹⁾. Je l'ai rencontrée indistinctement à toutes les expositions, à des altitudes très diverses, sur les versants comme dans le fond des vallées, sur de jeunes sujets aussi bien que sur de grands arbres. Toutefois, elle m'a paru être plus répandue aux altitudes supérieures à 700 mètres. Mais j'ai été frappé de ce fait, c'est qu'elle envahissait de préférence les branches inférieures des arbres, que les rameaux atteints étaient moins nombreux dans le milieu de la cime, enfin qu'on n'en voyait plus dans les parties supérieures, et cela qu'il s'agit de grands ou de petits sapins ⁽²⁾. »

M. Mer est revenu sur ce champignon dans un autre travail ⁽³⁾

⁽¹⁾ M. le conservateur Bazaille me disait avoir constaté que les sapins des basses altitudes, mélangés aux hêtres, sont absolument indemnes; la maladie s'accroît à mesure qu'on s'élève sur le deuxième et le troisième plateau où l'épicéa se mélange de plus en plus au sapin.

⁽²⁾ C'est aussi ce que l'on constate dans l'invasion actuelle du Jura.

⁽³⁾ « Recherches sur la maladie des branches de sapin causée par le *Phoma abietina* R. Hartig » (*Journal de Botanique*, t. VII, 1893, p. 364-375).

où il cherche à préciser l'époque de la dissémination des spores (elle a lieu en août-septembre), où il étudie la marche du dépérissement de la branche, où il parle enfin du moyen qui lui paraît le plus pratique pour enrayer la marche de la maladie. Ce serait de supprimer les branches infestées dès qu'il est possible d'en reconnaître la présence, avant la dissémination des spores.

Il faut avouer que ce moyen, le seul en effet qui soit efficace, n'est guère réalisable dans la grande pratique.

La dernière invasion de *Phoma* qui, dans les sapinières du Jura, ait attiré l'attention, remonte à 1892 et 1893. Les sapins de plusieurs forêts de l'inspection d'Arbois furent attaqués, mais assez légèrement. Les spécimens envoyés à l'École forestière ne laissaient pas de doute sur la cause de la maladie. J'ai écrit à M. l'inspecteur de Vercly que c'était le *Phoma* et qu'il n'y avait pas à se préoccuper. Cette invasion ne dura que deux ans.

En résumé, d'après les échantillons qui ont été envoyés à l'École forestière, la maladie du rouge est due au *Phoma*, lequel, le fait est bien reconnu, ne fait pas périr l'arbre.

M. Bouvier affirme que de nombreux sapins sont morts ou mourants, non du fait des bostriches ni du *Phoma*, mais sous les attaques d'autres champignons parasites des aiguilles.

Le fait est possible, bien que ce serait la première fois qu'on verrait un grand sapin mourir uniquement sous les attaques d'un champignon foliicole.

Il est beaucoup plus probable que les sapins sont morts par le fait des bostriches venant s'installer en masse sur des arbres affaiblis, languissants par une cause quelconque (').

(1) Il ne faudrait pas croire que l'épicéa, par lequel M. Bouvier, hardi novateur, voudrait remplacer les sapins du Jura, fût plus indemne qu'eux du côté des xylophages. C'est précisément le contraire. Les épicéas des Vosges viennent de subir une furieuse attaque de la part du bostriche typographe (*Tomicus typographus*), surnommé avec raison le *fléau des forêts d'épicéa*, et la commune de Gérardmer n'est pas de l'avis de M. Bouvier; elle supplie qu'on lui mette dans les cantons dévastés, au lieu des épicéas d'antan, des sapins beaucoup moins en proie aux insectes lignivores. — Ce n'est pas seulement dans les montagnes que l'épicéa est envahi. En ce moment, tous les épicéas plantés dans les parcs et jardins de l'est de la France, de Metz jusqu'à Lyon, meurent en masse sous les coups d'un autre Scolytide, l'hyalésine polygraphe (*Polygraphus polygraphus* L.). Le magnifique sapin qui est si bien chez lui dans les montagnes du Jura, où il constitue les plus belles sapinières du monde, résiste bien mieux à toutes les causes de destruction, y compris le vent. Non, décidément, M. Bouvier, l'éminent pathologiste forestier que révèle le *Bulletin des Halles*, est peut-être éminent, peut-être aussi pathologiste, mais il n'est sûrement pas forestier.

La note que j'ai envoyée dès le 15 octobre 1907 au sujet de cette maladie à la Société nationale d'Agriculture et qui a été communiquée par M. Daubrée à la première séance de cette société, se terminait par cette phrase :

« Les montagnes du Jura portent depuis des milliers d'années les plus belles sapinières que l'on connaisse. Elles continueront.

« Plût à Dieu que tous les parasites contre lesquels les forestiers ont à les défendre ne fussent pas plus dangereux que le *Phoma!* »

Je suis toujours de cet avis.

Je vais maintenant faire connaître les résultats de l'examen des documents nouveaux que je viens de recevoir des agents forestiers de France et de Suisse et qui, je l'espère, élucideront complètement la question.

Après la lecture de ces quelques pages où je ne fais guère que laisser la parole à mes obligeants correspondants, tous forestiers éprouvés, gens d'expérience, sachant observer et apprécier à leur juste valeur les phénomènes si variés survenant à chaque instant dans la forêt qu'ils parcourent tous les jours, j'estime que la religion de tout esprit non prévenu sera suffisamment éclairée et qu'il serait oiseux de revenir sur ce sujet⁽¹⁾.

IV — Constatations faites en France

M. Bazaille, chef du service forestier du département du Jura, écrit : « Quand j'ai reçu la dépêche de l'administration du 28 septembre dernier, j'ai demandé un rapport circonstancié à l'inspecteur de Saint-Claude dans le service duquel se trouvent les points spécialement cités par M. Bouvier. Il m'a envoyé, à la date du 1^{er} octobre, un rapport dont la conclusion est la suivante : « Mais, « d'autre part, il ne faut pas oublier que, jusqu'ici, l'évolution « de la maladie n'a eu un terme fatal que dans un nombre de cas « insignifiant; *aucun n'est même sûr.* » Ce rapport était appuyé des renseignements que lui transmettaient ses brigadiers qui, *préalablement à la dépêche de l'administration*, avaient été chargés de se livrer à une enquête sur la maladie en question. L'opi-

(1) Les articles haineux, injustes et inexacts rédigés par des journalistes ignorants de la science forestière (tels que l'article paru dans le *Bulletin des Halles*) ne méritent que le silence du mépris.

nion des *dix* brigadiers consultés était *unanime* ; tous les dix déclaraient qu'ils n'avaient constaté aucun dégât⁽¹⁾ causé par le rouge du sapin ; s'ils avaient rencontré des sapins morts, c'étaient des arbres bostrichés.

« Après la dépêche de l'administration, je suis allé voir les choses sur place, accompagné par l'inspecteur de Saint-Claude et le garde général de Saint-Laurent. Nous avons précisément suivi l'itinéraire Bonlieu—Saint-Laurent—Morez—Les Rousses ; *nous n'avons pas trouvé un seul sapin mort, ni même dépérissant*. Je suis ensuite allé visiter la grande sapinière de La Joux ; même constatation.

« Enfin, j'ai refait avec M. Maublanc, de la station de pathologie végétale, l'itinéraire Champagnole—Saint-Laurent—Morez—Les Rousses (sans repasser d'ailleurs par les mêmes endroits) et sur ce long parcours nous avons trouvé en tout deux sapins de 40 à 50 centimètres de diamètre qui portaient du rouge dans la proportion d'un dixième environ de la frondaison, sans que les neuf autres dixièmes parussent en souffrir.

« Ainsi je viens de visiter par deux fois des étendues énormes de sapinières sans avoir vu un arbre mort ni dépérissant. J'en connais quatre ou cinq à Bonlieu ; mais le garde général de Saint-Laurent m'a affirmé qu'ils avaient séché probablement parce qu'ils étaient situés à la pointe d'un rocher et qu'ils n'avaient jamais été atteints du rouge.

« Ma conviction est faite. Elle est entièrement partagée par M. Maublanc. J'ai envoyé à Paris et à Nancy de nombreux échantillons recueillis partout et non choisis. Tout le monde peut juger que M. Bouvier est dans l'erreur et que c'est nous qui avons raison. »

D'autre part, l'un de nos forestiers les plus éminents, M. Bouvet, président de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort, qui habite au milieu des sapins, à Salins, où est le siège de sa maison de commerce, la plus importante du Jura pour les bois de sapin, dit que ses estimateurs viennent de parcourir toutes les forêts du Jura sans lui rien signaler d'anormal. Il a été très étonné de toute cette polémique à propos d'une maladie dont il ne soupçonnait pas l'existence.

(1) C'est-à-dire aucune perte d'arbre.

Ces témoignages concordants de deux forestiers expérimentés, dont l'un n'a aucune attache officielle, nous rassurent un peu sur la gravité de ce « mal qui, au dire de M. Bouvier, frappe la presque totalité des sapins exploitables et un très grand nombre de jeunes » et grâce auquel « le sapin tout entier est envahi, mort ou mourant ».

Il était intéressant de savoir si le *Phoma* avait fait cette année son apparition dans les Vosges, notamment dans la forêt domaniale de Gérardmer, où il s'était montré assez abondant, il y a vingt ans. M. Ferry, inspecteur adjoint des forêts à Gérardmer, a bien voulu faire faire une enquête minutieuse par les trois brigadiers du cantonnement, qui avaient ordre de rechercher, de concert avec les gardes, si quelques sapins ne sont pas atteints du rouge. Leur réponse a été négative. Cette maladie n'a pas été non plus constatée l'an dernier.

M. Ingold, inspecteur à Fraize, m'écrit, à la date du 13 novembre, qu'il n'y a rien non plus dans le cantonnement de Fraize.

En octobre 1891, cet agent avait reconnu l'existence du *Phoma abietina* près du Thillot, dans la forêt communale de Fresse ; « l'année suivante, ce champignon avait disparu n'ayant d'ailleurs causé aucun dommage ».

Il résulte de tous ces témoignages que M. Bouvier a singulièrement exagéré quand il s'écrie : *C'est un vrai fléau qui menace les régions forestières du haut Jura !* Le terme n'aurait pas été hyperbolique pour une maladie qui a sévi en 1870-1871-1872 précisément dans la région explorée par lui, le massif du Grandvaux, mais qui a frappé uniquement l'épicéa, cet arbre que M. Bouvier voudrait voir remplacer le sapin⁽¹⁾. Dans la forêt communale de Saint-Laurent (731 hectares), on dut abattre en ces trois années 12 298 épicéas, cubant 8658 mètres cubes, morts sous les coups du bostriche typographe, le véritable fléau des forêts d'épicéa. Voilà ce qu'on peut réellement appeler un désastre. Le sapin était épargné⁽²⁾.

Et toutes les forêts des Vosges, celle de Gérardmer notamment,

(1) « Il convient de prendre des mesures en vue de ce péril et les deux plus simples (1) consistent : 1° à supprimer les sapins plutôt que les épicéas dans les coupes par jardinage ; 2° à remplacer au fur et à mesure le sapin par l'épicéa. » (Note à l'Académie des sciences, 23 septembre 1907.)

(2) Voir le très instructif article : « Les Bostriches dans les forêts du Jura » (*Revue des Eaux et Forêts*, 1864, p. 167-176).

porteront longtemps les traces de la formidable invasion de bostriche typographe qui se déclara, comme celle du Jura, à la suite d'énormes abatis provoqués par un terrible ouragan du nord-est et qui força d'exploiter dans maints cantons presque tous les épicéas. Heureusement, le sapin, beaucoup moins exposé aux ravages des bostriches, resta indemne ou à peu près. Pas un forestier ne partage sûrement l'opinion de M. Bouvier.

V — Constatations faites en Suisse

Cette « terrible » maladie a dû passer la frontière et attirer l'attention des forestiers suisses, sans doute exempts de l'apathie et de l'incurie que le *Bulletin des Halles* reproche aux forestiers français.

Voyons ce que disent les agents chargés de la gestion des forêts de sapin et d'épicéa qui avoisinent la crête du Jura.

L'inspecteur forestier qui gère les forêts des environs du lac de Joux est M. Piquet. Arrivé au terme de sa carrière, il connaît à fond ces belles sapinières où il a passé toute son existence. M. Piquet a dirigé avec une indéniable compétence la tournée qu'ont faite, le 6 juillet 1906, dans la forêt du Risoux (Suisse) les membres de la Société forestière de Franche-Comté. Nous nous souviendrons longtemps de cette si instructive excursion et du mouvement de légitime orgueil avec lequel M. Piquet, en nous faisant passer par le canton des « Longs-Bois » au retour (il ménageait ses effets), nous montrait ces superbes colonnes de 35 mètres de haut, âgées de deux siècles, à croissance lente et régulière, dont le bois, dit bois de résonance, se paie 400 à 500 francs le mètre cube.

« Jusqu'ici, écrit M. Piquet le 30 octobre dernier, nous n'avons pas remarqué que les sapins de notre région fussent atteints du rouge. Peut-être l'altitude moyenne de 1 200 mètres de nos futaies, les conditions climatiques où elles croissent, le mélange des essences, presque général, où le sapin est subordonné à l'épicéa, la présence du hêtre, si favorable aux deux résineux ci-dessus, toutes ces circonstances réunies garantissent-elles les sapins⁽¹⁾. »

(1) Au Risoux il y a 80 % d'épicéas, 12 % de sapin, 8 % de hêtre. Il semble que ces proportions soient les meilleures pour la région.

D'autre part, M. Moreillon, inspecteur forestier à Montcherand-sur-Orbe, a bien voulu faire des recherches en dehors de sa circonscription. Voici un extrait de sa lettre du 3 novembre 1907 : « Nos forêts vaudoises ne sont pas complètement indemnes et je viens de recevoir un paquet contenant des branches de sapin blanc attaquées par le *Phoma abietina* R. Hart.

« Les dégâts sont tout à fait semblables à ceux décrits dans votre traduction du *Traité des maladies des arbres*, de Robert Hartig, 1891, p. 135, et dans Prillieux : *Maladies des plantes agricoles*, p. 285, sous le nom de *Fusicoccum abietinum*. Pr. et Del. Ces branches proviennent de forêts à proximité de La Cure entre Saint-Cergue (Suisse) et Les Rousses (France). Le garde forestier m'écrit qu'il a déjà observé cette maladie au printemps sur quelques branches de sapin blanc.

« Les gardes du Risoux vaudois que j'ai questionnés n'ont rien remarqué de semblable. Dans mon arrondissement je n'ai rien vu jusqu'à ce jour.

« Dans toutes nos forêts nous avons eu des sapins qui ont séché, mais il n'y a aucun danger pour le moment. La plupart étaient attaqués par l'*Agaricus melleus*... »

Il résulte de ces deux lettres, d'abord, que la maladie n'a été constatée de l'autre côté de la frontière que sur un très petit nombre de points, notamment entre Saint-Cergue et Les Rousses (région qu'avait signalée M. Bouvier), ensuite que c'est bien le *Phoma* qui est seul en cause, et enfin que cette affection est considérée par tous les praticiens français et suisses comme très peu dommageable, à peu près insignifiante.

Dans cette forêt du Risoux suisse et dans les massifs avoisinants, les forestiers consentiraient volontiers à subir chaque année une invasion de *Phoma abietina*, à condition qu'ils soient libérés des dégâts commis sur les gros sapins ou épicéas par le *Trametes radiciperda* (*Polyporus annosus* Fr.), trop commun sur les gros arbres, qu'il fait périr en un an, du *Trametes pini* et de l'*Armillaria mellea*, très dommageables aussi, mais moins répandus dans cette région et, sur les jeunes, par l'*Herpotrichia nigra*, le *Pestalozzia Hartigii*, le *Cenangium abietis*.

Voilà des parasites réellement dangereux, surtout les trois premiers. Les agents les combattent, dès leur apparition, par des

mesures pratiques qui ont fait leurs preuves, tandis que contre le *Phoma* il n'y a rien à faire.

Enfin, M. Dubuis, inspecteur forestier à Prangins-sur-Nyon (Vaud), qui a dans son arrondissement les forêts situées sur les pentes du Jura vers Saint-Cergue, écrit le 9 novembre 1907 : « Je viens vous annoncer que j'ai bien rencontré la maladie due au *Phoma abietina* dans les forêts des Piles, sur territoire suisse, à 2 kilomètres en droite ligne au sud-est du fort des Rousses. Je ne l'ai pas trouvée près du village de Saint-Cergue, ainsi que le prétend M. Bouvier. Cette maladie n'atteint, en effet, que le sapin blanc. Je remarque, depuis plusieurs années, que les extrémités des branches des sapins blancs sont sujettes à sécher... J'ai très bien observé cette année aux Piles l'étranglement des rameaux, si caractéristique avec ses deux bourrelets. »

Il y a donc, dans l'arrondissement de M. Dubuis, depuis quelques années, des sapins atteints, de-ci de-là, par la maladie du rouge ; mais ce fait n'a aucune gravité ; les forestiers locaux l'ont à peine remarqué.

VI — Constatations faites en Allemagne

Les lettres que je viens de recevoir de deux éminents pathologistes (Dr Sorauer, de Berlin, et Dr von Tubeuf, de Munich) attestent que, ni cette année ni l'an dernier, les nombreux correspondants des deux revues dirigées par ces savants et spécialement consacrées aux maladies des plantes⁽¹⁾ n'ont signalé nulle part en Allemagne la présence du *Phoma*, ni la maladie du rouge sur le sapin. M. von Tubeuf écrit : « Je l'ai trouvé souvent dans le Bayerischer Wald, dans les Alpes de Bavière et d'Autriche, ainsi que sur le haut plateau bavarois. *Je n'ai jamais observé de dommage important (wirtschaftliche Schade) du fait de ce champignon.* »

Conclusion. — Je crois que l'on ne peut dès lors se refuser à reconnaître :

1° Que le *Phoma abietina* R. Hart., ou *Fusicoccum abietinum*

(1) *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, par le professeur Dr E. SORAUER — *Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft*, par le Dr Freiherr von TUBEUF.

Pr. et Del., est bien l'unique cause de la maladie actuelle du rouge sur les sapins du Jura ;

2° Que cette maladie est peu grave et peu étendue ;

3° Qu'elle n'occasionne jamais la mort de l'arbre ;

4° Qu'il a été fait, à propos de ce modeste champignon, un tapage tout à fait hors de proportion avec les faits réels.

C'est le cas de répéter avec le proverbe : *Beaucoup de bruit pour rien* ou, en tout cas, pour peu de chose.

LE NOMBRE DES PÉTALES

CHEZ LE *PHLOX SUBULATA* L.

Par M. Paul VUILLEMIN

Le nombre des pièces constitutives de chaque verticille floral joue un rôle considérable dans la classification des Phanérogames. Certains nombres (3 chez les Monocotylédones, 5 chez les Dicotylédones) sont si fréquents, dans des groupes étendus, qu'ils nous apparaissent comme un indice d'affinités plus profondes.

D'autre part, le nombre habituel n'est pas d'une fixité absolue dans l'espèce, soit que nous envisagions divers individus, soit que nous comparions les diverses fleurs d'une même plante.

On est porté à rattacher les nombres les plus fréquents aux *causes constantes* qui déterminent la fixité de l'espèce, les nombres rares aux *causes accidentelles* qui arrivent à se neutraliser, et dont les effets se compensent, dès que l'on dresse des statistiques assez étendues pour permettre l'application de la loi des grands nombres.

N'a-t-on pas généralisé trop vite les résultats très nets fournis par la méthode statistique à Quételet dans les questions d'anthropométrie, à Galton, Ludwig, de Vries et tant d'autres dans le domaine de la zoologie et de la botanique? Au fond, nous savons peu de chose sur la signification et l'origine des types floraux

dont l'empirisme nous a révélé la grande constance et dont la systématique tire un excellent parti. Nous ne connaissons guère mieux les raisons des différences qui existent, au point de vue du nombre des pièces qui les constituent, entre les verticilles floraux et les verticilles ou cycles végétatifs d'une même plante, entre deux verticilles consécutifs d'une même fleur, entre les verticilles correspondants chez les diverses fleurs d'un même individu ou des individus de la même espèce. Il est bien rare que nous les puissions rattacher, même indirectement, aux influences variables du milieu qui agit sur la végétation.

Si le nombre des pétales varie, d'une fleur à l'autre, d'une façon désordonnée, ou du moins sans règle connue, nous taxons d'anomalies les nombres aberrants, ce qui nous dispense d'en chercher l'origine.

Dans d'autres cas, on trouve deux nombres de fréquence analogue, si bien que l'on n'a plus de raison de considérer l'un plutôt que l'autre comme normal ou aberrant. Certaines diagnoses portent, par exemple : « Fleurs à 4-5 pétales. » L'hétéromérie, de même que l'hétéromorphie, est donc envisagée parfois comme un caractère spécifique.

Je voudrais montrer que l'hétéromérie de la corolle relève encore de la caractéristique normale de l'espèce, non de la tératologie, ni de la variation accidentelle, dans des cas où deux ou plusieurs types floraux sont représentés par des nombres très inégaux et où certains d'entre eux sont limités, dans l'espace, à des fleurs de position déterminée, dans le temps à une période de la végétation.

Chez le *Phlox subulata* L., que je prendrai pour exemple, la fleur compte le plus souvent 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines et 3 carpelles (5S + 5P + 5E + 3C). Quoique pratiquement suffisante pour atteindre le but que se proposent les flores, la diagnose qui tient compte uniquement de la majorité des cas est incomplète, fallacieuse même, si elle donne, au botaniste qui peut déterminer le *Phlox subulata*, la conviction que, par ce seul fait, il connaît cette espèce.

J'ai dans mon jardin une allée bordée de chaque côté de *Phlox subulata*, ce qui représente une quinzaine de mètres de bordure. La terre des plates-bandes est retenue par des pierres calcaires cavernueuses. La bordure, plantée contre les pierres, sur lesquelles

elle retombe jusqu'au niveau de l'allée, est à l'abri des instruments aratoires; elle n'est l'objet d'aucun soin, si ce n'est qu'elle est, chaque année, élaguée à la fin de l'été et régularisée, s'il y a lieu, par bouturage. Elle est donc à peu près dans les conditions des plantes sauvages, d'autant plus que le sol n'est jamais fumé.

Ayant depuis longtemps remarqué la fréquence des fleurs qui comptent un nombre de pétales différent de 5, j'ai fait, en 1906, un début de recensement d'où ressort l'abondance des fleurs à 6 pétales, celle un peu moindre des fleurs à 4 et à 7 pétales. Les fleurs à 4 pétales sont surtout terminales, les fleurs à 7 pétales sont surtout latérales. Cette répartition présente quelque chose d'insolite, car les fleurs terminales ont, en général, plus de propension que les autres à devenir polymères.

Pour fixer la signification des écarts numériques de la corolle, il m'a paru nécessaire de préciser les conditions dans lesquelles se montrent les fleurs hétéromères, en en dressant une statistique rigoureuse. Tout en inspectant l'ensemble de la culture, j'ai recensé à part un lot de 1 mètre de long que je désignerai par la lettre A. Ce lot m'a fourni, du 21 avril au 8 juin 1907, un total de 3116 fleurs.

Une statistique n'a de rigueur qu'à la condition de porter sur des unités équivalentes. Il s'agissait donc de savoir, avant tout, si les pétales d'une corolle sont uniformes, s'ils sont isologues entre eux ou du moins s'il n'y a pas, d'une corolle à l'autre, de différence notable entre les pétales correspondants. Grâce à la préfloraison tordue, la première de ces conditions est réalisée et les pétales offrent une remarquable homogénéité à tout âge. Les pétales inégaux sont exceptionnels. Le nombre des lobes de chaque corolle reste compris entre 4 et 7, sauf dans quelques cas liés à des anomalies d'ordre différent. Disons d'abord un mot de ces corolles aberrantes par le nombre ou par la forme et les dimensions respectives des pétales, afin de montrer qu'elles n'ont pas jeté un trouble sensible dans notre statistique.

Corolles aberrantes

On observe parfois des échancrures symétriques résultant de la compression réciproque de deux pétales voisins au point où ils se sont entre-croisés accidentellement dans le bourgeon. Cette ano-

malie, très répandue chez les Monocotylédones comme chez les Dicotylédones, gamopétales ou non, a été signalée par Pippow⁽¹⁾ dans dix-neuf genres appartenant à neuf familles parmi lesquelles ne figurent pas les Polémoniacées. Je l'ai notée dans vingt-huit genres non signalés par Pippow, notamment dans le genre *Phlox*⁽²⁾. Elle est beaucoup plus rare chez le *Phlox subulata* que chez ses congénères à pétales plus larges, tels que *Phlox Drummondii* et *paniculata*. J'ai recensé, du 21 juillet au 7 août 1904, sur quelques touffes de cette dernière espèce, les fleurs à 4 ou à 6 pétales et les fleurs à pétales échancrés. Il s'ouvrit, pendant cette période, 6 fleurs tétramères, 13 hexamères, 3 avec échancrure sans pendant et 79 ayant au moins une paire d'échancrures par compression réciproque, se répondant d'un pétale à l'autre. Les rapports sont différents chez le *Phlox subulata*, car, dans cette espèce, les fleurs hétéromères sont aussi communes que les pétales échancrés y sont rares. Dans le lot A, j'ai relevé des échancrures symétriques deux fois seulement sur 3116 fleurs recensées : la première fois, le 28 avril, sur une fleur terminale à corolle pentamère, la seconde fois, le 19 mai, sur une fleur latérale hexamère. Les échancrures, peu profondes, détachaient des lobules trop petits pour donner l'illusion de pétales supplémentaires. Ces deux fleurs ont donc été rattachées sans hésitation, l'une aux pentamères, l'autre aux hexamères.

Un fait notable est l'absence presque totale de transitions entre les corolles à 4, 5, 6 ou 7 pétales. Les pétales élargis ou bifurqués provenant soit d'une division, soit d'une pénétration réciproque,

(1) A. PIPPOW, « Ueber das Auftreten scheinbarer Zygomorphie bei regelmässigen Blüten » (*Sitzungsber. d. Bot. Ver. d. Provinz Brandenburg*, Berlin, 1877).

(2) Les pétales à échancrures symétriques sont signalés par Pippow dans les genres *Lilium*, *Tulipa*, *Fritillaria*, *Crocus*, *Tradescantia*, *Helleborus*, *Ranunculus*, *Calltha*, *Hesperis*, *Cheiranthus*, *Arabis*, *Rosa*, *Potentilla*, *Fragaria*, *Spiraea*, *Cytisus*, *Caragana*, *Cyclamen*, *Nonnea*. J'ai relevé la même anomalie dans les espèces suivantes appartenant à des genres dont Pippow ne fait pas mention : *Hemerocallis fulva*, *Yucca filamentosa*, *Gladiolus Gandavensis*, *Colchicum autumnale* (où Masters, puis Costerus ont déjà décrit une modification analogue des pétales), *Nigella arvensis*, *Hepatica triloba*, *Papaver rhoeas* et *bracteatum*, *Lanaria biennis*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Linum catharticum*, *Helianthemum vulgare*, *Saponaria officinalis*, *Geranium molle*, *Agri-monia Eupatorium*, *Pyrus communis*, *Rubus cerasius*, *Wistaria Sinensis*, *Colutea arborescens*, *Saxifraga* sp., *Philadelphus coronarius*, *Begonia* sp., *Anagallis arvensis*, *Primula grandiflora*, *Fuchsia coccinea*, *Pelunia violacea*, *Phlox Drummondii*, *paniculata*, *subulata*, *Plumbago Capensis*, *Vinca minor*. Cette liste serait facilement étendue; elle suffit déjà pour indiquer combien les échancrures par compression réciproque des pétales sont répandues et abondantes dans les espèces les plus diverses. On doit les distinguer de la fission et de la ramification des pétales.

ne se rencontrent pas aussi facilement chez le *Phlox subulata* que chez ses congénères. Je n'en ai pas vu en 1906. L'unique exception m'a été fournie le 9 mai 1907 : dans une fleur du type vulgaire $5S + 5P + 5E + 3C$, un pétale avait trois taches à l'onglet et trois fissures, dont les latérales étaient identiques à celle d'un pétale ordinaire, tandis que la médiane, peu profonde, trahissait une tendance à la bipartition du membre, non indiquée dans les autres verticilles. Cette fleur n'appartenait pas au lot A.

Les formes de passage sont plus communes dans l'androcée. Mais cette partie de la fleur ne présente jamais la même uniformité que la corolle. Cela tient sans doute à ce qu'elle est sollicitée par les influences contraires de la corolle à 5 pièces et du pistil trimère. Les cinq étamines sont d'ordinaire étagées à trois hauteurs, avec une anthère à la gorge, deux au milieu et deux vers la base du tube. On en trouve aussi deux supérieures, une moyenne et deux profondes ; parfois, c'est l'étagée inférieure qui compte une seule étamine ; rarement la dispersion est plus complète avec toutes les étamines à des niveaux différents ou deux seulement au même niveau. Ne dirait-on pas que l'androcée tient à la fois de la corolle pentamère par ses cinq étamines et du pistil trimère par ses anthères disposées sur trois rangs ? En présence de cette disposition, il est difficile de ne pas songer à la fleur des Cucurbitacées.

Les fleurs hexamères ont trois couples d'étamines longues, moyennes et courtes ; les tétramères en ont deux paires. Sans avoir systématiquement observé les étamines comme les pétales, j'ai relevé quelques transitions entre deux types numériques différents. Dans une fleur latérale observée le 5 mai, on compte $5S + 5P + 5E$. L'une des étamines portant deux anthères, il en résulte que chaque groupe d'étamines compte le même nombre d'anthères, bien que les filets unis à la corolle pentamère restent au nombre de cinq.

Dans le cas précédent, on peut invoquer une multiplication des étamines. Plus souvent, les étamines doubles sont dues à une contraction et au passage de cinq à quatre. Je reviendrai sur trois exemples relevés dans un lot particulièrement riche en fleurs tétramères, qui sera désigné par la lettre B. Je mentionnerai seulement ici deux fleurs terminales appartenant, comme la fleur latérale dont il vient d'être question, au lot A : l'une (du 23 mai)

ressemble à la première, à cela près que chacun des trois verticilles externes compte une pièce de moins; l'autre (du 13 mai) a cinq sépales, quatre pétales et cinq anthères, dont deux partent de filets réunis en un seul dans la portion concrescente au tube de la corolle.

C'est là une observation intéressante, car elle nous montre la suppression totale d'une lame pétalaire, lors même que les étamines qui devaient l'escorter restent séparées dans toute leur portion libre. Dans le *Phlox subulata*, les variations des étamines n'obéissent pas à une règle aussi simple que celles des pétales. Qu'il soit bien entendu que nous ne prétendons pas étendre à l'androcée les indications fournies par l'observation de la corolle.

Les nombres de pétales inférieurs à 4 ou supérieurs à 7 ont été constatés trois fois, dont deux dans le lot A. Une fleur à 8 pétales, récoltée le 31 mai 1907 en dehors du lot recensé, était singulièrement hétéromère d'un verticille à l'autre; la polymérie de la corolle et de l'androcée s'accompagnait d'une réduction du pistil muni seulement de deux stigmates. Cette fleur répondait à la formule $6S + 8P + 7E + 2C$.

Les deux cas observés dans le lot A ont la corolle réduite. Dans l'un d'eux (floraison du 5 mai), la corolle est formée d'un seul pétale ayant une lame bifide comme celle d'un pétale normal et un tube cylindrique fermé. Dans le second (du 8 mai), le tube, plus large, porte une lame unilatérale, formée d'un pétale normal bifide avec deux taches à la gorge et d'un pétale trifide à trois taches; c'est une corolle dimidiée, formée de deux pétales et demi. Dans les deux cas, la corolle réduite appartient à une fleur latérale entraînée par la fleur terminale; elle sort du calice commun avec une corolle pentamère recouvrant l'androcée et le pistil d'une fleur normale. La fente était tournée vers la corolle normale dans la corolle monomère; elle regardait l'extérieur dans la corolle dimidiée. Dans l'une comme dans l'autre, le calice présentait, du côté de la corolle anormale, une légère saillie et une languette verte, plus longue que les sépales, et répondant à la bractée de la fleur entraînée. Ces corolles réduites, notamment la corolle unipétale, ressemblent à un demi-fleur de Radiée. Nous assistons effectivement à la production accidentelle d'une fleur composée avec zygomorphose de la fleur extérieure, ou fleur du rayon, tandis que la fleur du disque garde les caractères habituels.

Corolles régulières à 4-7 pétales

En dehors des exceptions insignifiantes qui viennent d'être signalées, les variations de la corolle, chez le *Phlox subulata*, se prêtent parfaitement à la statistique, puisqu'elles portent sur le nombre des pétales, unités de même valeur, qu'elles sont brusques et sans transitions.

Le lot A a fleuri sans interruption du 21 avril au 8 juin 1907. Une seconde floraison, consécutive à la taille de la bordure, a donné 25 fleurs dans la première quinzaine de septembre, puis 19 fleurs du 24 septembre au 17 octobre. Notre statistique n'embrasse pas cet épanouissement tardif, indépendant du premier. Disons seulement que les corolles du lot A ont été sans exception pentamères à cette époque. Le reste de la bordure a bien offert, çà et là, des fleurs à 4 et à 6 pétales, mais en quantité négligeable par rapport à l'ensemble. Les variations numériques semblent donc peu communes en dehors de la période principale de végétation dont nous allons nous occuper.

Le premier point à préciser est la date d'épanouissement de chaque fleur.

Le dénombrement s'est trouvé facilité par ce fait que la floraison s'accomplit à heure fixe, une seule fois par jour, du moins par le beau temps, qui a rarement fait défaut pendant la durée de l'observation. L'heure de l'anthèse varie, suivant la température, de 8 heures à midi. Chaque jour, dès que les fleurs étaient ouvertes, j'enlevais toutes les corolles, que je divisais en deux lots, mettant d'un côté les fleurs terminales, de l'autre les fleurs latérales; dans chaque lot je groupais les corolles selon le nombre des pétales. Une fois la récolte quotidienne effectuée, que ce fût à 8 heures ou à midi, on ne voit pour ainsi dire aucune fleur nouvelle s'épanouir du reste de la journée, même par les plus beaux jours. Cette remarque permet de remettre au lendemain la récolte journalière, pourvu que la cueillette soit faite avant l'heure de l'épanouissement de ce jour. C'est ainsi que j'ai fait le 30 mai à 9 heures la récolte du 29. A cette date, l'anthèse avait traîné en longueur par suite de la pluie accompagnée d'un fort refroidissement; le lendemain, le temps s'était éclairci et réchauffé et la floraison de ce jour, accomplie vers midi, permit une nouvelle cueil-

lette à 1^h30. C'est la seule fois que j'ai usé de cette licence. Le dénombrement quotidien de la floraison a été effectué régulièrement du 21 avril au 2 juin, sauf les 27, 29 avril et 1^{er} mai, où la végétation fut arrêtée par une pluie froide mêlée de neige. Une pluie abondante, les 15 et 16 mai, entrava la floraison, et la récolte des deux jours fut faite en bloc le 16; le total des deux jours n'atteint pas le chiffre obtenu le 13 mai avant le début du refroidissement. La récolte du 9 mai devrait également être réunie à celle du 10, car le total n'atteint pas celui des jours voisins.

Ceci nous montre que la période diurne ne correspond pas rigoureusement à une période constante de l'activité végétative. Les influences météorologiques peuvent jeter un trouble considérable dans les statistiques quotidiennes. Ainsi le chiffre minimum atteint pendant la période de grande floraison du 6 mai au 26 juin est inscrit à la date du 19 juin; or, la veille, on avait noté un grand refroidissement avec grésil et le thermomètre était descendu la nuit presque à 0°.

Ces réserves faites, la période diurne répond, avec une approximation pratiquement suffisante dans les conditions où nous avons observé, à l'unité propre à mesurer le temps de la floraison. Dans les graphiques qui résument notre statistique, les divisions de la ligne des abscisses représenteront un jour. Nous indiquerons plus loin une correction qui peut être apportée dans la construction des tracés en combinant l'unité de récolte avec l'unité de temps.

Corolles hexamères

Les corolles à 6 pétales sont communes dans les fleurs terminales comme dans les fleurs latérales. Pour préciser leur fréquence dans chacune de ces catégories, il faut, au préalable, connaître la marche générale de l'éclosion des fleurs terminales et des fleurs latérales.

Le nombre des fleurs terminales surpasse au début celui des fleurs latérales. Cette supériorité se maintient, dans les statistiques journalières, depuis le 21 avril, jour d'épanouissement de la première fleur, jusqu'au 2 mai, où nous en comptons 18 dans chaque catégorie. A partir du 5 mai, la récolte quotidienne se solde sans exception au profit des fleurs latérales. Cette prépondérance des fleurs latérales est plus lente à s'établir si la compa-

raison porte uniquement sur les fleurs hexamères, car, après diverses oscillations, elle ne devient définitive que le 13 mai (tracé n° 1 et tableau A).

Pour atténuer l'effet des variations journalières tenant à diverses causes, nous avons construit des tracés dans lesquels la hauteur prise sur la ligne des ordonnées répond non pas à la récolte quotidienne, mais au total des fleurs de chaque catégorie épanouies depuis l'origine jusqu'au jour indiqué sur les abscisses. Ayant remarqué que le nombre des fleurs hexamères épanouies pendant la saison était sensiblement égal au dixième de la totalité des fleurs (316 sur 3 116), nous avons convenu de donner aux divisions des ordonnées une valeur dix fois plus grande dans la courbe des fleurs hexamères que dans la courbe correspondant à l'ensemble des fleurs (tracé n° 2).

Dans ces conditions, les courbes des fleurs terminales et des fleurs latérales se coupent le 6 mai, avec un total de 425 fleurs, et seulement le 18 mai pour les fleurs hexamères, qui sont, à ce moment, au nombre de 191 sur 2 012 fleurs épanouies. L'avance des fleurs terminales sur les latérales est donc regagnée beaucoup plus lentement par les hexamères que par les autres. Mais la progression des fleurs latérales ne s'arrête plus. Non seulement les fleurs latérales deviennent de plus en plus prépondérantes à l'égard des terminales, mais, en outre, le taux des hexamères ne cesse de s'élever dans les fleurs latérales, à mesure qu'il fléchit dans les fleurs terminales. Du 18 mai à la fin de la floraison, nous compterons 270 fleurs terminales dont 23 hexamères, contre 836 latérales dont 103 hexamères. Les fleurs hexamères forment donc un douzième des fleurs terminales, un huitième des latérales épanouies durant la dernière période.

Ces rapports ne sont pas très frappants dans le tracé n° 2. Ce qui ressort le plus clairement de ce graphique, c'est que le nombre des fleurs hexamères épanouies depuis l'origine est constamment supérieur à 10 % pour les terminales, constamment inférieur à ce taux pour les latérales. Nous ne nous laisserons pas abuser par le parallélisme assez exact réalisé de bonne heure entre la courbe des hexamères et la courbe totale, aussi bien pour les terminales que pour les latérales. Ce parallélisme n'existe que grâce à la convention qui nous a fait prendre des ordonnées dix fois plus grandes pour les fleurs hexamères que pour l'ensemble

des fleurs. Si les hauteurs prises sur la ligne des ordonnées étaient les mêmes pour chaque fleur, hexamère ou autre, il est clair que l'écart des courbes croîtrait avec le nombre des fleurs qu'elles représentent. En conséquence, la ligne des hexamères divergerait suivant une progression assez régulière de la ligne correspondant au total des fleurs; mais alors la distinction serait moins marquée entre les fleurs terminales et les fleurs latérales en ce qui concerne le taux des hexamères.

Le tableau B et le graphique n° 3 nous indiquent clairement que le total des fleurs hexamères se maintient au voisinage de 10 %, tandis que, pour les terminales et pour les latérales, les hexamères se rapprochent graduellement de ce taux qui, au début, était plus élevé pour les premières, plus faible pour les secondes. Ce graphique n'indique pas le nombre absolu des fleurs; la hauteur prise chaque jour sur les ordonnées indique le rapport des fleurs hexamères au total des fleurs épanouies depuis l'origine jusqu'au jour inscrit sur les abscisses. La ligne supérieure indique ce rapport pour les fleurs terminales, celle du milieu pour l'ensemble, la ligne inférieure pour les latérales.

Ces lignes ne se coupent à aucun moment à partir du 26 avril. Je n'ai pas inscrit sur le graphique les récoltes du 24 et du 25, qui ont offert, chacune, une seule fleur hexamère : une terminale le premier jour, une latérale le second. Du 26 avril au 7 mai, la poussée des hexamères est très active dans les trois lignes, surtout dans la ligne des terminales. Cette période d'entraînement ne fournit pas un cinquième des fleurs hexamères de la saison : 61 sur 316. Elle est terminée le 7, laissant le total à un taux voisin de 10, la ligne supérieure tout près de 15, l'inférieure à 6 %. A dater de ce jour, le triple tracé, qui porte sur 255 fleurs hexamères, acquiert une remarquable symétrie. Le pourcentage total oscille faiblement entre 9,47 et 10,57 % et il s'arrête à 10,14 à la fin de la floraison. La courbe des fleurs terminales hexamères descend, sans retour important, de 14,85 à 10,75 %; celle des latérales s'élève, avec de négligeables défaillances, de 6,2 à 9,8 %. Les deux courbes des hexamères latérales et terminales convergent donc l'une vers l'autre sans parvenir à se joindre.

La marche générale de la floraison suit une règle d'apparence uniforme en ce qui concerne le rapport des fleurs hexamères à l'ensemble des fleurs : elle est sensiblement inverse dans les fleurs

latérales et dans les fleurs terminales. Nous relevons, toutefois, dans les tracés précédents de légères irrégularités. Dans la double courbe des fleurs latérales (tracé n° 2), on aperçoit comme des ondes avec rapprochement des deux lignes les 5, 11, 24 et 25, 29 mai et 2 juin. Si nous consultons la courbe du pourcentage quotidien des fleurs hexamères (tracé n° 4), nous constatons, à ces dates, des ascensions passagères qui élèvent le taux de la récolte à 11,5, 12,85, 19,76, 20,8 %, et encore à 16,66 % le 2 juin après une chute à 0.

Le même tracé nous montre des poussées de fleurs hexamères terminales les 8, 22, 27 et 28 mai, soit deux ou trois jours avant les poussées latérales des 11, 24, 29 mai. On retrouve sur le tracé n° 2 des écarts correspondant à ces dates, puisque le relèvement du taux des fleurs hexamères éloigne leur courbe de la courbe totale chez les fleurs terminales au lieu de l'en rapprocher comme chez les latérales.

La floraison en apparence continue du *Phlox* se compose donc d'une série de floraisons partielles empiétant les unes sur les autres. Dans chacun de ces épanouissements successifs, les fleurs terminales devancent les latérales. Ces floraisons partielles se dégagent assez bien dans le tracé n° 5 (courbe inférieure) où sont inscrits les pourcentages quotidiens des fleurs, tant terminales que latérales; la hauteur mesurée sur les ordonnées de bas en haut indique le nombre des fleurs terminales, la hauteur mesurée de haut en bas indique le nombre des fleurs latérales pour cent. Les saccades de cette ligne sont à peu près effacées dans la courbe supérieure, qui inscrit le pourcentage atteint chaque jour à partir de l'origine (tableau C).

Tous les tracés étudiés jusqu'ici présentent un même défaut. La durée constante, le jour, prise comme unité de mesure de la ligne des abscisses, ne répond pas à une période uniforme de l'activité de la floraison. Tout en gardant le jour comme unité de temps, nous avons construit un nouveau tracé (tracé n° 6), en prenant, sur l'échelle chronométrique des abscisses, des longueurs variables, correspondant chacune à la période pendant laquelle s'est ouvert un nombre déterminé de fleurs. Dans ce tracé construit sur les données du tableau D, chaque division indique la période pendant laquelle 50 fleurs se sont épanouies : le premier point marque la date d'épanouissement de la cinquantième

fleur, le deuxième celle où la centième s'est ouverte, et ainsi de suite. Cette échelle mobile est double, parce qu'elle varie selon que l'on envisage les fleurs terminales (ligne T) ou les fleurs latérales (ligne L).

La hauteur mesurée sur l'échelle fixe des ordonnées indique le nombre absolu de fleurs hexamères comprises dans le demi-cent considéré. Comme certaines cueilletes comptent plus de 50 fleurs de la même catégorie et que la plupart ne se chiffrent pas par un multiple de 50, nous avons complété les cinquantaines par des emprunts d'une récolte à la voisine et divisé, un peu arbitrairement, les nombres supérieurs à 50 en nous basant, pour présumer la durée propre à chaque cinquantaine, sur l'abondance de l'éclosion les jours voisins, en un mot sur la marche générale de la floraison au moment considéré. Il en résulte que les divisions prises sur les abscisses ne marquent pas l'heure réelle de l'éclosion de chaque cinquantième fleur et qu'elles peuvent même tomber à la limite de deux dates. Nous avons, d'autre part, réparti les fleurs hexamères au prorata du total des fleurs transférées d'une catégorie à l'autre; c'est ce qui introduit des fractions dans les nombres représentant les fleurs hexamères de chaque cinquantaine.

Le diagramme n° 6 n'est donc plus rigoureusement empirique; il offre les avantages et les inconvénients des diagrammes théoriques, sans toutefois dissimuler les limites de l'approximation que sa construction a nécessitée. Ce tracé atténue les oscillations exagérées qui résultaient de l'importance égale attribuée aux récoltes quotidiennes inégales. On y retrouve d'ailleurs des indications de même ordre sur les poussées périodiques de fleurs hexamères correspondant à chaque recrudescence de végétation et se manifestant successivement sur les fleurs terminales et sur les fleurs latérales. (Les flèches sur le tracé n° 6 indiquent la poussée latérale consécutive à chaque poussée terminale.) On y reconnaît aussi la prépondérance des fleurs hexamères au début chez les terminales, à la fin chez les latérales, avec enchevêtrement des deux courbes à la période moyenne.

Quel enseignement allons-nous tirer de la lecture de ces courbes? C'est d'abord que les fleurs hexamères, qui ne font défaut à aucun jour de floraison ni dans aucun lot de cinquante, soit dans les fleurs terminales, soit dans les fleurs latérales, sont aussi nor-

males, bien que moins nombreuses, que les fleurs pentamères. C'est, en second lieu, que leur abondance, par rapport au nombre total, varie en raison directe de la vigueur de la végétation.

Les fleurs les plus précoces, épanouies jusqu'au 5 mai, ont atteint le taux le plus élevé de fleurs hexamères : 14,39 % pour l'ensemble, 19,44 % pour les terminales. Les fleurs terminales, qui jouent le rôle prépondérant au début, gardent toujours leur avance, grâce à leur situation privilégiée au point de vue de la nutrition. En fin de saison, quand les fleurs terminales ne se montrent plus que sur les rameaux secondaires ou sur les branches attardées par suite de leur défaut de vigueur, quand, au contraire, les fleurs latérales achèvent de s'épanouir sur des rameaux plus anciens et vigoureux, alors seulement ces dernières gagnent du terrain, sans pourtant rejoindre le taux des terminales hexamères.

L'absence de transitions entre les corolles hexamères et les corolles pentamères indique une fixation aussi complète du premier type que du second et écarte l'idée d'une transformation actuelle et progressive de l'un dans l'autre. Les fleurs à six pétales sont la forme robuste, les fleurs à cinq pétales représentent la forme commune, de vigueur moyenne. La floraison tardive, où les corolles pentamères sont seules constantes, est une floraison appauvrie.

Corolles tétramères

Sur les 3 116 fleurs du lot recensé A, nous comptons 21 fleurs tétramères, dont 2 latérales. Celles-ci se sont ouvertes le 7 et le 17 mai. Cette pénurie de fleurs tétramères latérales n'est pas spéciale au lot A. En 1906, j'en ai relevé une seule contre 15 terminales. En 1907, en dehors du lot A, j'en ai trouvé deux, appartenant l'une et l'autre à la dernière floraison. La première apparut le 30 septembre ; le type 4 de la corolle et de l'androcée était un indice manifeste d'appauvrissement, car le calice et le pistil comptaient respectivement 5 et 3 pièces, c'est-à-dire le nombre habituel. La seconde fleurit le 13 octobre. Certaines portions de la bordure étaient pourtant très riches en fleurs terminales tétramères. Telle est notamment la bande B, faisant vis-à-vis

à la précédente, déjà riche en fleurs tétramères en 1906. Elle nous en a fourni 33, sur un tiers de mètre, du 29 avril au 20 mai 1907, et jusqu'à 6 en un seul jour, le 7 mai. Cela représente une proportion cinq fois plus élevée que dans la portion A.

Les 19 fleurs tétramères terminales du lot A sont écloses du 7 au 23 mai. Sur ces dix-sept jours, quatorze en ont fourni. Il est à noter que ces dix-sept jours correspondent à la plus grande activité de la floraison, car le nombre total des fleurs épanouies pendant cette période s'élève à 2 068 sur 3 116, soit les deux tiers, et celui des terminales à 768 sur 1 097, soit plus des deux tiers. Les lacunes tombent sur les jours où l'éclosion des hexamères est réduite au minimum; les jours où nous comptons 2 tétramères sont ceux où l'on compte 6, 8 et 11 hexamères terminales. Le milieu de la floraison des tétramères, soit le jour où leur nombre atteint 10, tombe le 13 mai. La moitié de la récolte des fleurs terminales n'était pas tout à fait atteinte la veille; la moitié de la récolte totale était dépassée le lendemain. C'est également le 14 mai que tombe le milieu de la floraison des fleurs hexamères (latérales et terminales réunies). Cette concordance est bien suggestive; elle nous montre l'apparition ininterrompue des fleurs terminales tétramères pendant la période correspondant à l'apogée de la floraison.

Il ne faudrait pas conclure, de cette observation très nette, que les fleurs tétramères font absolument défaut aux autres périodes. En étendant nos investigations à l'ensemble de la plantation, nous notons la première fleur tétramère terminale le 26 avril, la dernière le 4 octobre. Mais ce sont des cas isolés, comme la fleur latérale tétramère du 13 octobre.

De même, dans le lot B, la fleur tétramère éclore le 29 avril constitue une exception, car la suivante ne s'épanouit qu'au bout de cinq jours, le 5 mai. Dès lors la floraison se poursuit dix jours consécutifs et s'achève six jours plus tard. Les 33 fleurs terminales tétramères du lot B, sauf une, se sont donc épanouies du 5 au 20 mai, en seize jours, devançant de deux jours seulement la période de dix-sept jours qui nous a fourni les 19 fleurs du lot A. Le tracé n° 7 fait ressortir cette concordance.

Le taux des fleurs tétramères atteint, sur l'ensemble des fleurs terminales du lot A, 1,94 % le 23 mai; il descend peu et se trouve fixé à 1,73 % à la fin de la floraison. Ce n'est pas une quantité

négligeable, surtout si nous songeons que ce taux s'élève parfois beaucoup plus haut, dans le lot B par exemple.

Ce qu'il importe de retenir, c'est que les fleurs tétramères terminales, tout en variant de fréquence d'une touffe à l'autre, tout en gardant leur prépondérance d'une année à l'autre dans la même touffe, se montrent, sauf exceptions isolées, au moment où la végétation est la plus riche (2,47 % sur les 768 fleurs terminales épanouies du 7 au 23 mai, 0 % sur les 329 fleurs terminales épanouies tant avant qu'après cette période).

Durant la même période, les fleurs terminales hexamères étaient nombreuses et ont fourni les plus riches récoltes aux mêmes dates que les tétramères. Néanmoins on est frappé de l'absence de fleurs tétramères pendant la période initiale, au moment où les hexamères sont d'une fréquence insolite. Leur apparition coïncide avec un fléchissement du taux des hexamères, surtout des hexamères terminales.

Si nous totalisons les fleurs terminales, tétramères et hexamères, et si nous substituons la somme au nombre des hexamères dans le calcul du pourcentage des terminales et dans celui du pourcentage général, cette dépression, qui troublait sensiblement la régularité du tracé n° 3, est à peu près comblée. Le taux des fleurs hexamères, renforcé de celui des tétramères, ne descend plus au-dessous de 10. Le brusque affaissement inscrit du 8 au 14 mai est remplacé par une pente douce qui régularise la courbe.

Le tracé n° 8 reproduit le tracé n° 3 en totalisant les fleurs qui ont un nombre de pétales différent de 5. Les fleurs à 7 pétales exercent une influence insignifiante sur la courbe des terminales, mais elles relèvent heureusement la courbe des latérales et la courbe totale. Nous obtenons en définitive un triple tracé très semblable à celui des hexamères, mais encore plus symétrique. Abstraction faite des grandes oscillations antérieures au 7 mai, les trois lignes fournies par le calcul ont presque l'allure schématique d'un diagramme théorique. A partir de l'apparition des fleurs tétramères (le 7 mai) jusqu'à la fin (le 8 juin), les oscillations du pourcentage total des fleurs à 4, 6 et 7 pétales sont limitées entre 10,38 et 11,14 %, soit entre des extrêmes différant seulement de 0,76 %. Ces oscillations sont plus amples, mais inverses, si l'on considère séparément les fleurs terminales et les fleurs latérales;

le taux varie de 15,57 à 12,5 % pour les terminales, de 6,52 à 10,2 % pour les latérales.

L'intervention des corolles tétramères compense donc assez exactement la diminution des fleurs terminales hexamères pendant la plus importante période du développement. Cette suppléance suggère cette conclusion, assez imprévue, que le passage du nombre des pétales de 5 à 4 relève des mêmes causes générales que le passage inverse de 5 à 6 pétales. L'excès de vigueur dû à une nutrition particulièrement favorable intervient dans les deux cas. La pénurie de fleurs à 4 ou à 6 pétales dans la floraison automnale relève de cette même cause.

Cette indication de la statistique est, à première vue, déconcertante. On n'admettra pas, sans autre preuve, qu'une diminution dans le nombre des pétales est compatible avec un excès de vigueur, que, bien plus, elle en est une conséquence. Voici les faits qui donnent raison à la statistique.

Le nombre des carpelles, qui est habituellement de 3, s'élève à 4 aussi souvent, si ce n'est plus, dans les fleurs terminales à 4 pétales que dans celles qui en comptent 5 ou 6. Les pistils tétramères sont plus rares dans les fleurs latérales, où ils accompagnent de préférence les corolles à 6 et 7 pétales. L'isomérisie tend donc à se compléter sur le type 4 dans les fleurs terminales, qui acquièrent une nouvelle pièce au pistil et, par compensation, en perdent une dans les autres verticilles.

L'actinomorphie serait parfaite sans l'inégalité des étamines. Mais celle-ci ne manifeste aucune tendance à s'effacer; elle se complique même souvent de la persistance d'une étamine plus ou moins double dans les fleurs d'ailleurs tétramères. Dans le lot B, j'ai observé quatre jours de suite, du 10 au 13 mai 1907, un exemple quotidien de ces transitions entre l'androcée pentamère et l'androcée tétramère dans des fleurs terminales à 4 pétales : le 10 mai, l'une des deux étamines courtes était bifide; le 11, une fleur avait deux étamines longues, une moyenne et une courte à deux anthères; le 13, c'était l'étamine moyenne qui offrait deux parties séparées jusqu'à l'insertion des filets; enfin, dans la fleur observée le 12, les cinq étamines étaient séparées, il y avait aussi cinq sépales, mais quatre pétales.

Je ne connais pas de fleurs à cinq carpelles chez le *Phlox subulata*; ce n'est pas sur le type 5 que la régularisation tend à s'effec-

tuer. Les fleurs terminales tétramères nous offrent donc la forme la plus symétrique connue dans cette espèce. Si les fleurs terminales sont mieux placées que les latérales pour recevoir le courant ascendant de la sève, le pistil qui termine la fleur terminale est doublement privilégié ; il n'est donc pas surprenant qu'il prenne un développement plus complet, même au détriment des verticilles qui le précèdent.

Dans le cas qui nous occupe, la plante ne tire aucun profit de ce perfectionnement morphologique, car les fruits de ma bordure avortent constamment et la multiplication se fait uniquement par bouturage naturel ou cultural, ce qui est habituel pour le *Phlox subulata*.

On peut se demander si l'influence de l'appareil végétatif n'intervient pas directement dans les changements numériques des verticilles floraux. La généralisation du type 4 atténue la discordance phyllotaxique qui existe habituellement entre la fleur et les tiges à feuilles décussées, puisque tous les phyllomes de la plante sont alors groupés en nombres pairs.

On connaît divers exemples de l'extension du type végétatif à la fleur, et particulièrement à la fleur terminale. Ainsi, la fleur terminale est tétramère, les autres pentamères dans l'*Adoxa* à feuilles opposées ; c'est l'inverse chez l'*Hypopitys* et la *Rue* à feuilles spiralées ; la fleur terminale est, en général, pseudo-pentamère chez le *Berberis vulgaris* dont les feuilles sont disposées sur cinq orthostiques, tandis qu'elle est trimère dans les fleurs latérales.

Il existe toutefois d'autres cas, dans lesquels c'est la fleur terminale qui résiste le plus obstinément à l'extension du type végétatif. Le *Cornus sanguinea*, par exemple, a la fleur terminale très souvent pentamère ; il appartient à une famille où le type tétramère des fleurs, comme les feuilles opposées, constitue une exception dans la cohorte des *Ombellales*. Il semble donc que, dans ce cas particulier, les verticilles pairs sont dérivés des cycles impairs ; la fleur terminale pentamère est un témoin du type primitif de la cohorte.

Dans la cohorte des *Gentianales*, beaucoup plus proche de la cohorte des *Polémoniales* qui renferme le genre *Phlox*, les fleurs du type 5 coexistent le plus souvent avec des feuilles opposées. Même chez des espèces habituellement tétramères, telles que

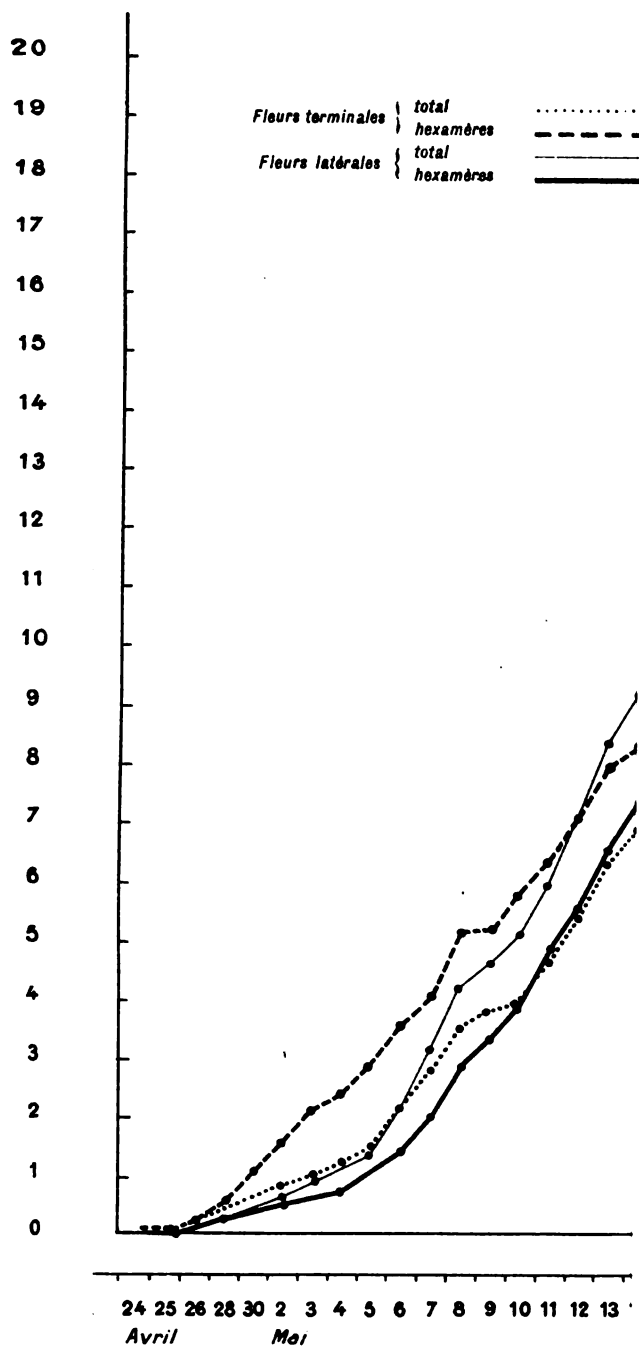
Ligustrum vulgare, la fleur terminale, quand elle se montre, est le plus souvent pentamère. Chez le *Gentiana cruciata*, les fleurs latérales, au dire de Penzig, sont fréquemment pentamères; je n'en disconviens pas, mais, d'après mon expérience personnelle, la pentamérie est infiniment plus commune dans la fleur terminale. Les Lilas cultivés offrent des résultats beaucoup plus discordants. Une variété à grandes fleurs, dont le bouquet terminal était presque toujours avorté, m'a montré beaucoup de bouquets latéraux terminés par une fleur pentamère, parfois aussi par une fleur à 3 pétales. Les fleurs à 3 pétales étaient bien plus communes au sommet des grappes d'une forme rustique, peu modifiée par la culture.

La vigueur de la végétation balance certainement les influences phylogénétiques et les efface souvent. La position privilégiée de la fleur terminale suffit, dans la majorité des cas, à expliquer la prépondérance des fleurs polymères au sommet des axes. Je citerai un nouvel exemple favorable à cette interprétation. Dans une touffe de *Sedum album* portant environ 300 tiges, je trouve, le 2 juillet 1906, sept fleurs hexamères. Toutes terminaient soit l'inflorescence primaire, soit les inflorescences secondaires. Toutes les fleurs axillaires avaient 5 pétales. Dans cette même récolte se trouvait une fleur tétramère dans toutes ses parties; elle terminait une inflorescence de premier ordre. Dans une touffe voisine j'ai observé une autre fleur tétramère; elle terminait une inflorescence secondaire.

Chez ce *Sedum*, les fleurs du type 4, aussi bien que les fleurs du type 6, ont une prédilection pour la position terminale. Ici, pourtant, le type 5 est conforme, à la fois, à la disposition des feuilles dans cette espèce et à l'organisation de la fleur dans l'ensemble du groupe auquel elle appartient. La fleur terminale affirme donc son indépendance à l'égard des influences ataviques supposées d'après les affinités, aussi bien que de la morphologie de l'appareil nourricier. Les nombres rares des pièces florales ne répondent pas, dans ce cas, à ce que l'on a appelé une anomalie taxinomique.

C'est cette même indépendance que la fleur terminale de *Phlox subulata* manifeste en utilisant l'apport plus facile des sucs nourriciers pour donner soit des fleurs à 6 pétales, soit des fleurs régulièrement tétramères dans 3 et même dans les 4 verticilles.

ENSEMBLE DE LA FLORAIS

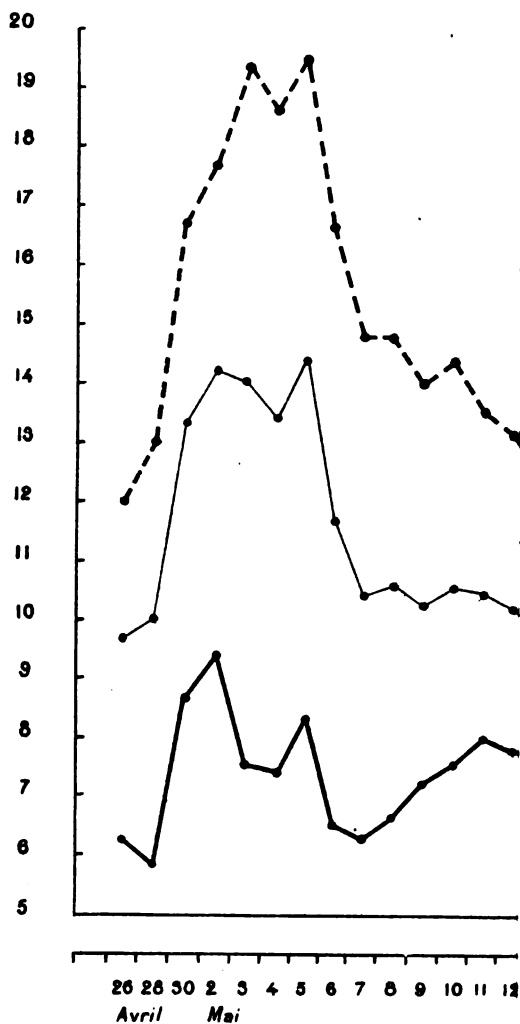


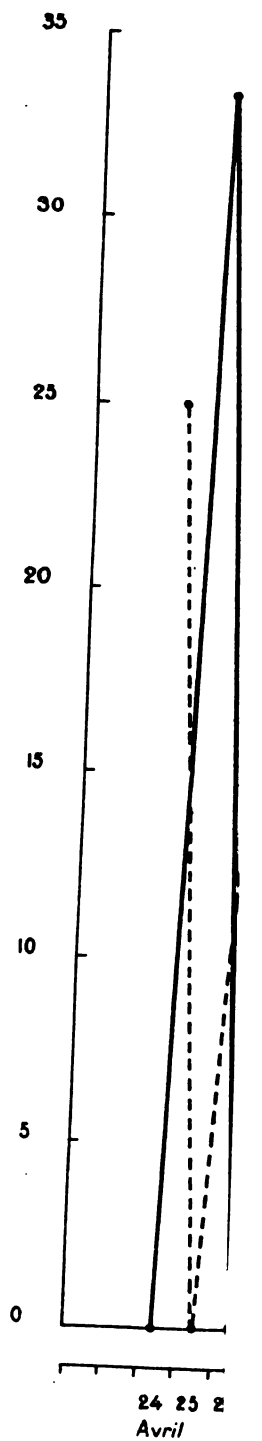
Le chiffre des ordonnées indique le nombre de

Fleurs termin.

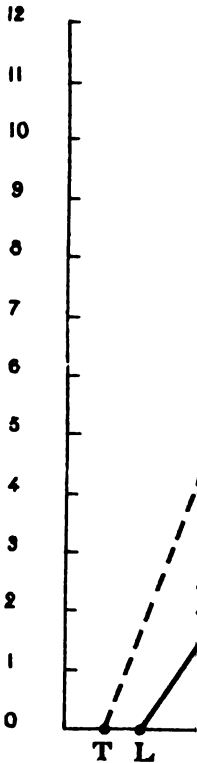
— (total)

— latérale





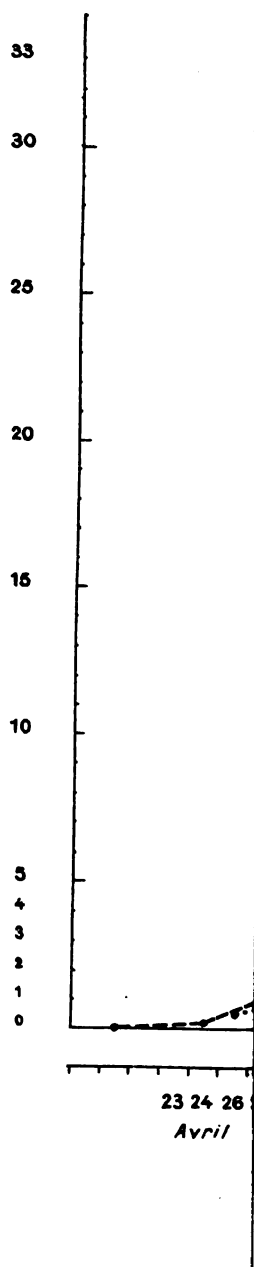
Les deux éch
La hauteur n
Les flèches n



L

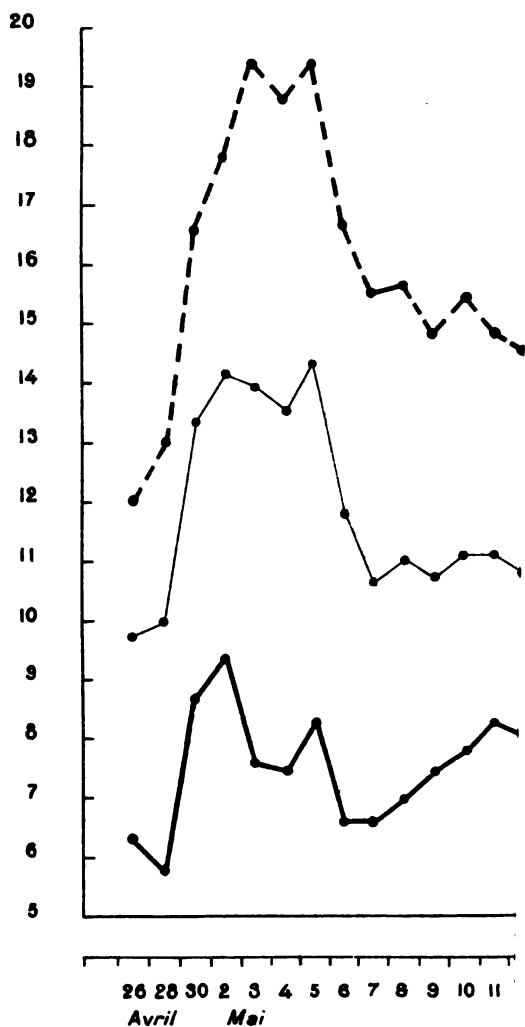
T

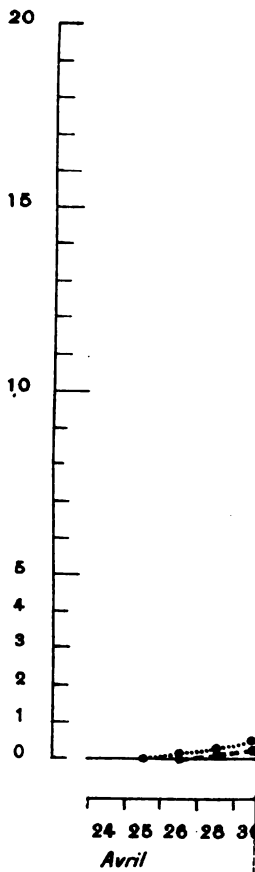
23 24 25
Avril



Le chiffre des ordonnées représente la sur
l'origine sur 100 :

Fleurs termina
— (total)
— latérales





Les fleurs terminales hexamères n'atteignent pas le même degré de symétrie que les fleurs tétramères. On aurait pu croire qu'elles régularisent, en le doublant dans les verticilles extérieurs, le type trimère du pistil ; mais ce dernier prend fréquemment un quatrième carpelle qui trouble toute la symétrie. Ce sont, en définitive, les fleurs tétramères qui atteignent le plus haut degré de perfection morphologique réalisé par les fleurs terminales.

Corolles heptamères

A l'inverse des fleurs tétramères, les fleurs à 7 pétales sont presque exclusivement latérales. J'en ai noté une seule terminale, le 5 mai ; encore n'avait-elle que 6 étamines, le type 7 était limité aux enveloppes florales.

Les fleurs latérales heptamères sont au nombre de six dans le lot A. De même que les fleurs terminales tétramères, elles ont toutes apparu durant une période courte, en onze jours, du 17 au 27 mai, une chaque jour les 17, 20, 21, 24, 26 et 27. Dans le lot examiné en 1906 (2 mètres comprenant le lot B de 1907), les fleurs heptamères étaient toutes latérales, au nombre de 12 : ce qui représente la même proportion que dans le lot A de 1907. L'éclosion s'était achevée aussi rapidement qu'en 1907, car, sur trois récoltes hebdomadaires, faites les 13, 20 et 27 mai, la première et la dernière ont fourni chacune une seule fleur à 7 pétales ; les dix autres s'étaient épanouies du 14 au 20 mai. On n'en a pas vu après le 27 mai. Étant donné qu'en 1907 la végétation avait subi un retard d'au moins huit jours en raison des conditions météorologiques, on voit que les dates d'éclosion des fleurs heptamères, comme leur localisation aux fleurs latérales, sont demeurées constantes.

Si modeste que soit la récolte des fleurs à 7 pétales dans le lot A, elle tire quelque importance de sa concordance avec celle de 1906 et de ce fait qu'elle se présente en bloc, en peu de temps, dans la même catégorie de fleurs, et qu'elle se produit précisément au moment où cette catégorie (celle des fleurs latérales) possède la plus forte proportion de fleurs hexamères (tracés n° 9 et n° 1).

Une autre observation indique que les fleurs heptamères relèvent du même déterminisme que les latérales hexamères. Sur les

12 fleurs heptamères de 1906, nous avons une paire dont les deux fleurs répondent au même type, 3 heptamères opposées à des pentamères; les 7 autres sont opposées à des fleurs hexamères. Dans la même statistique, sur 117 fleurs hexamères, 82 formaient 41 paires; il restait donc seulement 35 fleurs opposées à des fleurs de type différent, ou 28 si l'on défalque les 7 opposées à des fleurs à 7 pétales.

Les rapports des fleurs à 7 pétales avec les fleurs hexamères semblent donc être les mêmes, chez les fleurs latérales, que les rapports des fleurs tétramères avec les hexamères chez les fleurs terminales. Le type 6 conduit au type 7 chez les fleurs latérales, au type 4 chez les terminales.

Conclusions

Le nombre des pétales varie habituellement de 4 à 7 chez le *Phlox subulata*.

Les nombres entiers 4, 5, 6, 7 sont fixés dans cette espèce; les pétales y sont égaux et les nombres fractionnaires ménageant des transitions entre ces valeurs numériques simples y sont exceptionnels.

Les divers nombres varient de fréquence selon la touffe considérée. Le type 4 était plus fréquent par rapport au type 6 dans la touffe B que dans la touffe A. Cette variation est indépendante de la fécondation croisée, toute la bordure étudiée provenant du bouturage d'une même plante et ne donnant pas de graines.

Les divers nombres varient de fréquence selon l'époque de la floraison. Les nombres 5 et 6 sont normaux à toutes les périodes et gardent entre eux un rapport voisin d'un neuvième. Les nombres 4 et 7 sont limités à l'apogée de la floraison (sauf les cas sporadiques), le premier devant le second.

Les divers nombres sont inégalement répartis entre les fleurs terminales et les fleurs latérales; le nombre 4 appartient normalement aux terminales, le nombre 7 aux latérales. Le nombre 6 est répandu dans les deux catégories. Dans le lot A, il est un peu plus fréquent dans les fleurs terminales que dans les latérales. Cette prépondérance s'affaiblit à mesure que la production des fleurs terminales se ralentit. Le nombre de fleurs hexamères sur

100 fleurs terminales décroît du début à la fin, comme le nombre total des fleurs terminales par rapport aux latérales. Le taux des fleurs latérales hexamères suit la progression inverse et finit par dépasser celui des fleurs terminales hexamères. Dans notre statistique du lot A, il ne parvient pas, pourtant, à regagner l'avance des terminales, en sorte que le taux général des fleurs hexamères se soldé au profit des terminales. (Voir le tableau E.)

Les fleurs terminales du type 7 et les fleurs latérales du type 4 constituent une exception échappant, actuellement, à toute interprétation.

Le type 6 est l'indice d'une végétation robuste qui aboutit à la régularisation de tous les verticilles sur le type 4, dans les fleurs terminales, à l'hétéromérie déréglée et aux corolles à 7 pétales dans les fleurs latérales.

Aucune de ces valeurs numériques n'est l'expression directe de l'atavisme ou de l'influence de la structure de l'appareil végétatif sur la morphologie de la fleur. Aucune ne constitue une anomalie (réserve faite pour les terminales à 7 et pour les latérales à 4 pétales). Il s'agit de caractères spécifiques de fréquence variable.

Si nous voulons introduire les résultats de cette statistique dans la diagnose de l'espèce, nous dirons que la corolle de *Phlox subulata* compte, dans les cultures de vigueur moyenne, 5 ou 6 pétales, le premier nombre étant plus fréquent que le second (9 fois dans les conditions observées). Les nombres 4 et 7 apparaissent, le premier dans les fleurs terminales, le second dans les latérales, quand les conditions de la végétation sont particulièrement favorables. La présence exclusive de fleurs à 5 pétales est, au contraire, un indice de faiblesse.

N. B. — Les tableaux A-E et les graphiques n° 1 à n° 9 résument la statistique du lot A, sauf le tracé B du graphique n° 7, qui se rapporte au lot B.

Dans le tableau A, les chiffres en caractères gras (542) indiquent la moitié de la récolte totale, les chiffres penchés (92) la récolte quotidienne maxima, les * l'égalité de deux catégories.

TABLEAU A

NUMÉROS D'ORDRE	DATES des RÉCOLTES	ENSEMBLE des fleurs T + L		FLEURS terminales T		FLEURS latérales L		ENSEMBLE des fleurs hexa- mères T6 + L6		TERMI- NALES hexa- mères T6		LATÉ- RALES hexa- mères L6		TERMI- NALES tétra- mères T4		LATÉ- RALES tétra- mères L4		TERMI- NALES HEPTA- MÈRES T7		LATÉ- RALES hepta- mères L7	
		Récolte totale	Récolte quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne	Totale	Quotidienne
1	21 avril 1907	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	22 —	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	23 —	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
4	24 —	8	6	6	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	25 —	16	8	11	5	5	3	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	26 —	41	25	25	14	16	11	4	2	3	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
7	27 —	80	39	46	21	34	18	8	4	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	28 —	80	39	46	21	34	18	8	4	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	29 —	112	32	66	20	46	12	15	7	11	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
10	30 —	112	32	66	20	46	12	15	7	11	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1 ^{er} mai	148	36	84	8	64	18	21	6	15	4	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1
12	2 —	201	53	108	24	93	29	28	7	21	6	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	3 —	231	30	123	15	108	15	31	3	23	2	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	4 —	278	47	144	21	134	26	33	8	28	5	11	3	1	1	1	1	1	1	1	1
15	5 —	425	147	210*	66	215*	81	49	10	35	7	14	3	1	1	1	1	1	1	1	1
16	6 —	598	173	276	66	322	107	61	12	41	6	20	6	2	2	1	1	1	1	1	1
17	7 —	766	168	350	74	416	94	80	19	52	11	28	8	3	1	1	1	1	1	1	1
18	8 —	829	63	370	20	459	43	85	5	52	0	33	5	3	0	1	0	1	0	1	0
19	9 —	912	83	397	27	515	56	96	11	57	5	39	6	4	1	1	0	1	0	1	0
20	10 —	1061	149	467	70	594	79	111	15	63	6	48	9	6	2	1	0	1	0	1	0
21	11 —	1246	186	642	75	704	110	126	15	71	8	55	7	8	2	1	0	1	0	1	0
22	12 —	1473	227	634	92	839	135	144	18	79	8	65	10	10	2	1	0	1	0	1	0
23	13 —	1601	128	682	48	919	80	156	12	83	4	73	8	11	1	1	0	1	0	1	0
24	14 —	1787	186	751	69	1036	117	173	17	91	8	82	9	13	2	1	0	1	0	1	0
25	15 —	1917	130	802	51	1115	79	185	11	94	3	90	8	14	1	1	0	1	0	1	0
26	16 —	2012	95	828	26	1184	60	191	7	95*	1	98*	6	14	0	1	0	1	0	1	0
27	17 —	2082	70	844	16	1238	54	199	8	96	1	103	7	14	0	1	0	1	0	1	0
28	18 —	2175	93	877	33	1298	60	206	7	97	1	109	6	15	1	1	0	1	0	1	0
29	19 —	2270	95	909	32	1361	63	215	9	100	3	115	6	16	1	1	0	1	0	1	0
30	20 —	2300	120	945	36	1445	84	229	14	106	6	123	8	18	2	1	0	1	0	1	0
31	21 —	2493	103	978	33	1515	70	239	10	108	2	131	8	19	1	1	0	1	0	1	0
32	22 —	2610	117	1009	31	1601	86	260	21	112	4	148	17	20	1	1	0	1	0	1	0
33	23 —	2755	145	1043	34	1712	111	281	27	114	2	167	19	21	1	1	0	1	0	1	0
34	24 —	2913	158	1075	32	1838	126	294	13	116	2	178	11	22	1	1	0	1	0	1	0
35	25 —	3007	94	1084	9	1923	85	303	9	117	1	186	8	23	1	1	0	1	0	1	0
36	26 —	3054	47	1092	8	1962	39	303	5	118	1	190	4	24	1	1	0	1	0	1	0
37	27 —	3079	25	1093	1	1986	24	313	5	119	1	195	5	25	1	1	0	1	0	1	0
38	28 —	3096	17	1094	1	2002	16	315	2	120	1	197	2	26	1	1	0	1	0	1	0
39	29 —	3097	1	1094	0	2003	1	315	1	120	1	197	0	27	1	1	0	1	0	1	0
40	30 —	3104	7	1095	1	2009	6	316	1	121	1	197	0	28	1	1	0	1	0	1	0
41	31 —	3111	7	1096	1	2015	6	316	1	121	1	198	0	29	1	1	0	1	0	1	0
42	1 ^{er} juin	3115	4	1097	1	2019	4	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
43	2 —	3115	4	1097	1	2019	4	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
44	3 —	3115	4	1097	1	2019	4	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
45	4 —	3115	4	1097	1	2019	4	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
46	5 —	3115	4	1097	1	2019	4	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
47	6 —	3115	4	1097	1	2019	4	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
48	7 —	3115	4	1097	1	2019	4	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
49	8 —	3116	1	1097	1	2019	0	316	0	118	0	198	0	19	0	2	0	1	0	1	0
Moitié de la récolte.		1558		548		1010		158		59		99		9,5				3			

Pourcentage quotidien des fleurs épanouies depuis l'origine

TABLEAU B

DATES	HEXAMÈRES			TÉTANÈRES	SEPTANÈRES
	TOTAL	TERMINALES	LATÉRALES	TERMINALES	LATÉRALES
1907					
24 avril	12,5	16,66	0	»	»
25 —	12,5	9	20	»	»
26 —	9,756	12	6,25	»	»
28 —	10	13	5,88	»	»
30 —	13,39	16,66	8,695	»	»
2 mai	14,189	17,85	9,37	»	»
3 —	14	19,4	7,52	»	»
4 —	13,42	18,7	7,4	»	»
5 —	14,39	19,44	8,26	»	»
6 —	11,76	16,66	6,5	»	»
7 —	10,367	14,85	6,2	0,72	»
8 —	10,57	14,85	6,73	0,85	»
9 —	10,25	14	7,19	0,81	»
10 —	10,52	14,35	7,57	1	»
11 —	10,47	13,49	8,08	1,28	»
12 —	10,19	13,1	7,81	1,476	»
13 —	9,776	12,46	7,747	1,57	»
14 —	9,74	12,17	7,94	1,61	»
16 —	9,681	12,118	7,91	1,73	»
17 —	9,65	11,72	8,07	1,87	0,089
18 —	9,54	11,47	8,10	1,69	»
19 —	9,558	11,37	8,32	1,658	»
20 —	9,471	11,06	8,39	1,71	0,154
21 —	9,471	11	8,45	1,76	0,22
22 —	9,581	11,21	8,51	1,904	»
23 —	9,586	11,04	8,646	1,942	»
24 —	9,961	11,10	9,244	»	0,249
25 —	10,2	10,93	9,754	»	»
26 —	10,092	10,791	9,684	»	0,272
27 —	10,07	10,792	9,672	»	0,312
28 —	10,085	10,8	9,684	»	»
30 —	10,16	10,796	9,818	»	»
2 juin	10,157	»	9,826	»	»
8 —	10,141	10,756	9,8	1,73	0,297

→ Vers le taux minimum.

Relevé quotidien du total des fleurs terminales sur 100 fleurs épanouies

TABLEAU C

	DEPUIS L'ORIGINE	DEPUIS LA VEILLE
21 avril	100	100 $\frac{1}{1}$
22 —	100	100
23 —	100	100
24 —	75	66 $\frac{2}{3}$
25 —	68,7	62,5
26 —	61	56
28 —	57,5	53,8
30 —	58,92	62,5
2 mai	56,73	50 $\frac{1}{2}$
3 —	53,73	45,28
4 —	53,24	50
5 —	51,8	44,68
6 —	49,41	44,9
7 —	46,15	38,1
8 —	45,69	44
9 —	44,63	31,74
10 —	43,53	32,5 $\frac{1}{3}$
11 —	44,01	46,98
12 —	43,5	40,54
13 —	43,04	40,528
14 —	42,598	37,50
16 —	42,02	37,09
17 —	41,836	39,23
18 —	41,153	27,36
19 —	40,538	22,85
20 —	40,3	35,48
21 —	40,044	33,68
22 —	39,539	30
23 —	39,229	32
24 —	38,65	26,5 $\frac{1}{4}$
25 —	37,85	23,44
26 —	36,90	20,25 $\frac{1}{2}$
27 —	36,04	9,57 $\frac{1}{10}$
28 —	35,75	17
30 —	35,498	4

Répartition des fleurs terminales T et des fleurs latérales L en lots de cinquante et des fleurs hexamères dans chaque lot

TABLEAU D

TOTAL DES FLEURS de chaque catégorie	HEXAMÈRES	
	TERMINALES	LATÉRALES
50	Après le 28 avril. . . 7	Après le 30 avril . . . 4,5
100	Avant le 3 mai . . . 12	— 3 mai. . . 3
150	Après le 5 — . . . 9,6	— 5 — . . . 4
200	Avant le 6 — . . . 5,3	Avant le 6 — . . . 2
250	— 7 — . . . 4,7	— 7 — . . . 2,5
300	— 8 — . . . 6,1	— 7 — . . . 2,5
350	Le 8 — . . . 7,3	— 8 — . . . 4
400	Le 10 — . . . 5	— 8 — . . . 4,5
450	Avant le 11 — . . . 4,5	Le 9 — . . . 5
500	— 12 — . . . 5	Le 10 — . . . 6
550	Après le 12 — . . . 5,2	— 11 — . . . 5
600	Avant le 13 — . . . 4,3	Le 11 — . . . 5
650	Après le 13 — . . . 4,35	— 12 — . . . 3,5
700	— 14 — . . . 4,85	Le 12 — . . . 3,5
750	Le 16 — . . . 5,8	— 13 — . . . 4
800	Le 17 — . . . 3	Avant le 13 — . . . 5
850	Avant le 20 — . . . 2,5	— 14 — . . . 5
900	Le 21 — . . . 3,5	Le 14 — . . . 4
950	Le 22 — . . . 6	— 15 — . . . 4
1 000	Avant le 24 — . . . 5,5	Avant le 16 — . . . 4
1 050	Le 25 — . . . 2,5	— 17 — . . . 4
1 100	Le 8 juin . . . 4	Le 17 — . . . 4
1 150		— 18 — . . . 4
1 200		Avant le 19 — . . . 5
1 250		— 20 — . . . 6
1 300		Le 20 — . . . 5
1 350		— 21 — . . . 4
1 400		Avant le 22 — . . . 5
1 450		— 22 — . . . 5
1 500		Le 23 — . . . 7
1 550		— 23 — . . . 9
1 600		Le 24 — . . . 10
1 650		— 24 — . . . 10
1 700		Le 25 — . . . 8
1 750		— 25 — . . . 5
1 800		Avant le 26 — . . . 4
1 850		— 26 — . . . 5
1 900		Avant le 27 — . . . 4
1 950		— 27 — . . . 6
2 000		Le 30 — . . . 6
2 015		Le 2 juin. . . 1

TABLEAU E

TYPE	POURCENTAGE DES FLEURS	
	TERMINALES	LATÉRALES
5	87,42	89,8
6	10,756	9,8
4	1,732	0,099
7	0,091	0,3

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ PENDANT L'ANNÉE 1907

N. B. — Il n'est pas envoyé d'accusés de réception; la liste des ouvrages reçus, rédigée avec soin, en tient lieu

I — Publications périodiques

- ACIREALE. — Rendi-compti dell' Accademia di scienze, lettere ed arti degli zelanti. 1901-1904; 1904-1905.
- ALBUQUERQUE. — Bulletins nos 43, 44 of University of New-Mexico (U. S.).
- AMIENS. — Bulletin de la Société industrielle. 1906, t. XLIV, nos 4, 5; 1907, t. XLV, nos 1 à 3.
- AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen :
Verslagen. D. XV, 1, 2.
Verhandeligen. 1^{re} section, D. IX, 4.
— 2^e section, D. I, 1-10; D. II, 1-2; D. III, 1-14;
D. IV, 1-9; D. XIII, 1, 2, 3.
- ANN ARBOR. — Annual report of the Michigan. 1906.
- ARCACHON. — Société scientifique. 10^e année, 1907.
- AUTUN. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1906, 19^e Bulletin.
- BASEL. — Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. B. XIX, H. 1.
- BATAVIA. — Koninklijke natuurkundige vereeniging in Nederl.-Indië. D. LXVI.
- BERGEN. — Bergens Museums Aarborg :
Aarbog. 1906, n^o 3; 1907, n^{os} 1, 2.
Aarsberetning. 1906.
An Account. Vol. V, nos 17 à 20.
- BERLIN. — Sitzungsberichte der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften. 1907, I-LIII.
- BERNE. — Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft. 1591-1608; 1609-1628.
- BESANÇON. — Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. 7^e série, 10^e vol., 1905; table générale, 1841-1905; 8^e série, 1^{er} vol., 1906.
— Société d'histoire naturelle du Doubs. N^o 13.
- BÉZIERS. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. 1905-1906.
- BONN. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. 1906, H. 2.
— Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 1906, 2.
- BORDEAUX. — Actes de la Société linnéenne. 7^e série, t. I.

- BOSTON. — Proceedings of the American Academy of arts and sciences.
Vol. 42, nos 13 à 29; vol. 43, nos 1 à 11.
- BOURG. — Annales de la Société d'émulation et d'agriculture. 1906, 4; 1907, 1, 2, 3.
— Bulletin de la Société des naturalistes de l'Ain. 1907, 1, 2.
- BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1906, 84 J.
— Litteratur... 1904-1906.
- BRUNN. — Verhandlungen des naturforschenden Vereins. XLIV, 1905.
— Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereins. 1904.
- BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bulletin in-8 (classe des sciences), 1906, 9-12; 1907, 1-5.
— Mémoires couronnés in-8. T. I, fasc. 6, 7, 8; t. II, fasc. 1, 2.
— Mémoires in-4. T. I, fasc. 3, 4.
— Annuaire. 1907.
— Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. 1906, 1, 2, 3.
- BUCHAREST. — Bulletin de l'Institut météorologique de Roumanie. Année XIV, 1905.
— Annales... T. XVIII, 1902.
- BUENOS-AIRES. — Anales del Museo nacional. T. VII.
- CAEN. — Mémoires de l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres. 1906.
— Bulletin de la Société linnéenne de Normandie. 1906. 10^e volume.
— Mémoires... 22^e volume.
- CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude. T. XVIII, 1907.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire. T. XII, nos 9 à 12; t. XIII, nos 1 à 10.
- CHARLEVILLE. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle des Ardennes. T. IX, 1902; t. X, 1903; t. XI, 1904; t. XII, 1905.
- CHERBOURG. — Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles. T. XXXV.
- CHICAGO. — Field Museum of Natural history. Vol. II, 5; vol. III, 5.
— Geology. Vol. II, 7, 8, 9; vol. III, 5.
- CINCINNATI. — Bulletin of the Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica. N° 9, 1907.
- COIRE. — Jahresberichte der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. XLIX, B.
- COLMAR. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1905-1906.
- COLUMBUS. — Journal of Mycologie of University, nos 89, 90, 91.
— The Ohio Naturalist. Vol. VII, 3, 4.
- COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskaberne Selskab. Oversigt. 1906, n° 6; 1907, nos 1 à 4.
— Mémoires. T. III, n° 2; t. IV, nos 1, 2, 3, 4; t. V, n° 1.
- CRACOVIE. — Bulletin international de l'Académie des sciences :
Mathématiques. 1906, 4-10; 1907, 1-8.
Philologie, histoire et philosophie. 1906, 4-10; 1907, nos 1-7.
Catalogue. T. VI, 1-4; t. VII, 1, 2.

- DANZIG. — *Schriften der naturforschenden Gesellschaft*. B. XII.
- DAVENPORT. — *Proceedings of the Academy of natural Sciences*. Vol. II, p. 1, 2; vol. III, p. 1, 2, 3; vol. VI, IX, X, XI, XII.
- ÉPINAL. — *Annales de la Société d'émulation des Vosges*. 1907, 1, 2.
- ÉVREUX. — *Recueil de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure*. T. IV, 1906.
- FLORENCE. — « *Redia* » R. *Stazione di entomologia agraria*. Vol. III, fasc. 2; vol. IV, fasc. 1.
- GÈNES. — *Atti della Società ligustica di scienze naturali geografiche*. T. XVII, fasc. 3, 4; t. XVIII, fasc. 1.
- GENÈVE. — *Annuaire du Conservatoire et du jardin botanique de Genève*. 10^e année, 1907.
- *Société de physique et d'histoire naturelle*. Vol. XXXIV, 1902-1905; vol. XXXV, 1905-1907, fasc. 1, 2, 3.
- GIESSEN. — *Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde*. B. I, 1904-1906.
- Medizinische Abt. B. II.
- GIERLITZ. — *Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft*. XXV. B. II.
- GOETHEMBOURG. — *Kong. Vetenskaps- och Vetterhets-Samhalles handlinger*. VII, VIII, IX.
- GRAY. — *Bulletin de la Société grayloise d'émulation*. T. IX, 1906.
- GUÉRÉT. — *Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse*. T. X, 2.
- HAMBOURG-JOHANNEUM. — *Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins*. B. XIX, 1, 2.
- Verhandlungen... XIV, 1906.
- HARLEM. — *Société hollandaise des sciences*. T. XII, 1-5.
- HAVRE (LE). — *Bulletin de la Société géologique de Normandie*. T. XXVI, 1906.
- INSBRUCK. — *Zeitschrift des Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg*. 50, 1906; 51, 1907.
- KANSAS. — *Bulletin of the University of Kansas*. Vol. IV, 1-6.
- *The University geological Survey of Kansas*. Vol. VIII, 1904.
- *Mineral resources*... 1902, 1903.
- KIEF. — *Mémoires de la Société des naturalistes*. T. XX, fasc. 2.
- LANGRES. — *Bulletin de la Société des sciences naturelles de la Haute-Marne*. Nos 13, 14, 15.
- LAUSANNE. — *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*. Nos 157, 158, 159, 160.
- LAVAL. — *Mayenne-Sciences (Société scientifique)*. 1906, 1907.
- LEIPZIG. — *Mitteilungen des Vereins für Erdkunde*. 1906.
- *Verhandlungen der Königlich-Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*. 1906, 6, 7, 8; 1907, 1, 2, 3.
- Abhandlungen... B. XXX, 1, 2, 3.
- LEVALLOIS-PERRET. — *Annales de l'Association des Naturalistes*. T. XI, 1905; t. XII, 1906.
- Bulletin... 1906, 4; 1907, 1, 2.
- LIÈGE. — *Mémoires de la Société royale des sciences*. 3^e série, t. VI.

LIVERPOOL. — Proceedings of the Liverpool biological Society. Vol. XXI.

LOUVAIN. — Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1906-1907, 1, 2, 3, 4. Suppl.

— Revue des questions scientifiques. T. XI, 1, 2, 3, 4; t. XIII, 1.

LUXEMBOURG. — Archives trimestrielles de la section des sciences naturelles et mathématiques. 1906, 3, 4.

— « Fauna », Verein Luxemburger Naturfreunde. XVI, 1906.

LYON. — Actes de la Société linnéenne. 1906, 53.

— Annales de la Société botanique. 1906, 31.

MACON. — Bulletin trimestriel de la Société d'histoire naturelle. 3^e vol., fasc. 1, 2.

MANCHESTER. — Memoirs of the literary and philosophical Society. Vol. 51, p. 1, 2, 3.

MARSEILLE. — Bulletin de la Société scientifique industrielle. 1906, 1 à 4.

MEXICO. — Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique central. 1902, n^o 12; 1903, n^{os} 1, 2, 3, 4; 1904, n^{os} 7, 8, 9.

— Observatoire astronomique. T. X, n^{os} 4, 6, 7.

— Annuaire astronomique. 1907.

— Bulletin de l'Institut géologique. N^{os} 21, 22, 24.

— Memorias de la Sociedad científica « Antonio Alzate ». T. XXIII, 5-12; t. XXIV, 1-12; t. XXV, 1.

MILWAUKEE (Wisconsin). — Bulletin of the Wisconsin natural history Society. 1900, vol. I, 1, 2, 3, 4; 1902, vol. II, 1, 2, 3, 4.

MONTAUBAN. — Recueil de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne. T. XXII, 1906.

MONTBÉLIARD. — Mémoires de la Société d'émulation. 34^e volume.

MONTPELLIER. — Mémoires de l'Académie des sciences et lettres. T. III, fasc. 5, 6, 7.

MOSCOU. — Bulletin de la Société impériale des naturalistes. 1905, n^o 4; 1906, n^{os} 1, 2.

— Nouveaux mémoires in-4. T. XVII, 1.

MUNICH. — Berichte der Baierischen botanischen Gesellschaft. B. XI. Mitteilungen... B. II, 3, 4.

NANCY. — Bulletin de la Société de géographie de l'Est. 1907, 1, 2, 3, 4.

— Bulletin de la Commission météorologique de Meurthe-et-Moselle. 1906.

— Bulletin de la Société industrielle de l'Est. N^{os} 45 à 55.

— Bulletin de la Société lorraine de photographie. 1907, 1-10.

NANTES. — Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. T. VI, n^o 4; t. VII, n^{os} 1, 2.

NAPLES. — Atti della Reale Accademia di scienze morali e politiche. 37^e vol., 1906.

— Bulletin de la Société des naturalistes. Vol. XX.

— Annali di Neurologia. Anno XXIV, 5, 6; anno XXV, 1, 2, 3.

NEUCHÂTEL. — Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie. T. XVII, 1906.

NEW-YORK. — Transactions of the Academy of sciences. Vol. XVII, 1, 2.

NIORT. — Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres. 1906, 18^e Bulletin.

- OBERLIN (Ohio). — Journal of ornithology. Vol. XIII, n° 4; vol. XIV, nos 1, 2, 3.
 — Laboratory bulletin... 13.
- PARIS. — Association française pour l'avancement des sciences. 35^e session.
 Lyon, 1906, 1, 2.
 Bulletin mensuel... Nouvelle série. 1906, nos 5, 6, 7, 8.
 — Bulletin du laboratoire d'essais du Conservatoire national des arts et métiers. Nos 10, 11, 12.
 — Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes des départements. 1906.
 — Feuille des jeunes naturalistes. Nos 436 à 448.
- PERPIGNAN. — Mémoires de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. 1907, 48^e volume.
- PHILADELPHIE. — Proceedings of the Academy of natural sciences. Vol. LVIII, p. 2, 3; vol. LIX, p. 1, 2.
 — Journal... Vol. XIII, p. 3.
- PISE. — Atti della Società toscana di scienze naturali. Vol. XXII.
 — Processi-verbali... Vol. XVI, p. 19-80.
- PORTO. — Annaes scientificos da Academia Polytechnica. Vol. II, nos 1, 2, 3.
- PRAGUE. — Sitzungsberichte der königlich-böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1906.
 Jahresbericht... 1906.
 — Acta Societatis entomologicæ Bohemiæ. Vol. III, 1906, 2, 3, 4; vol. IV, 1907, 1, 2, 3.
- REIMS. — Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles. T. XV, 1, 2, 3, 4.
- RIO-DE-JANEIRO. — Archivos do Museo nacional. Vol. XI, XII.
 — Bulletin du ministère de la marine. Anno IX, n° 16; anno XI, 5-9.
 — Boletim mensal de l'Observatoire astronomique et météorologique. 1906, 1-12.
 Annales... T. VI, VIII.
 Annuaire. 1907.
- ROME. — Atti della Reale Academia dei Lincei. 1907, 1^{er} semestre, 1-12; 2^e semestres, 1-12.
 — Dell' Adunanza solenne. 1907.
- ROUEN. — Bulletin de la Société des Amis des sciences naturelles. 1905, 1, 2.
- SAINT-DIÉ. — Bulletin de la Société philomatique vosgienne. Table 1875-1905; 1906-1907.
- SAINT-LOUIS. — The Transactions of the Academy of sciences. Vol. XVI, 1 à 7.
 — Missouri botanical Garden. 1906.
- SAINT-PÉTERSBOURG. — Archives des sciences biologiques. T. XII, 3, 4, 5; t. XIII, 1, 2.
 — Bulletin du Comité géologique. Vol. XXIII, 7-10.
 — Mémoires de l'Académie impériale des sciences :
 Nouvelle série, nos 3, 18, 19, 20, 22, 24.
 Bulletin in-4... 1-18; 1908, 1.

- SAN FRANCISCO. — Proceedings of the Academy of Sciences of California. Fourth series. Vol. I, pp. 1-6.
- SION. — Bulletins-fascicules de la Société murithienne du Valais. Nos 3, 4, 7 à 15, 19-24, 26-28 (table, fasc. 1-27), 29-31, 33, 34 et suppl.
- STOCKHOLM. — Kongliga Svenska Vetenskaps Akademien :
Kongliga Svenska. B. 41/6, 7 ; B. 42/1-9.
Meddelanden. B. 6, 7.
Aarsbok. 1906, 1907.
Prix Nobel. 1904, 1905.
- Arkiv för Botanik. B. VI, 3, 4.
 - Mineralogy, etc. B. II, 4, 6.
 - Mathematik, etc. B. III, 2, 3, 4.
 - Zoology. B. III, 3, 4.
- TOULOUSE. — Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. 10^e série, t. VI.
- Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1906, nos 3, 4.
 - Rapport annuel des travaux des Facultés de l'Université de Toulouse. 1905-1906.
 - Annuaire... 1906-1907, 1907-1908.
- TOURS. — Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire. 1906, t. LXXXVI.
- TROÏTNOSSOWSK-KIACHTA. — Relation de la Société impériale russe de géographie (Sibérie occidentale). T. VIII, 1905, 1, 2, 3.
- UPSAL. — Nova acta Regiæ Societatis scientiarum Upsalensis. Série IV, vol. I, nos 5-9 ; vol. II, no 1.
- URBANA. — State laboratory of natural history. Vol. VII, nos 6-9.
- VIENNE. — Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften :
Mathematik, Physik, Chemie, etc. B. CXV, 1-10.
Mineralogie, Botanik, Zoologie, etc. B. CXV, 1-10.
Physiologie, Anatomie, etc. B. CXVI, 1-10.
Chemie. B. CXV, 1-10.
- Almanach... 1906.
 - Erdbeben Commission... T. XXXI.
 - Verhandlungen der kaiserl.-königl. zoologischen und botanischen Gesellschaft. LVI. B.
 - Annalen des kaiserl.-königl. naturhistorischen Hofmuseums. T. XXI, 1, 2.
- VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des sciences et arts. XXIV, 1904-1905.
- WASHINGTON. — Experiment station record (secretary of agriculture). Vol. XVIII, 4-12 ; vol. XIX, 1-3. Publications. 49, 52.
- Smithsonian Institution. 1905, 1, 2 ; 1906, 1.
 - Annual report of the Bureau of ethnology. 1902-1903, 1903-1904.
- WIESBADEN. — J. des Nassauischen Vereins für Naturkunde. J. 60.
- ZAGRA. — Societas historico-naturalis Croatica. T. XVII ; t. XVIII, 1, 2.
- ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft. 1906, 2, 3 ; 1907, 1.

II — *Mémoires originaux*

- CHARCOT (J.-B.). — Pourquoi faut-il aller dans l'antarctique ? 1 br. in-8.
— Programme de l'expédition française au pôle sud. Mission Charcot.
- Discours prononcés à la séance générale du congrès des Sociétés savantes à Montpellier, le samedi 6 avril 1907. Paris, 1907, 1 br. in-8.
- HULTH (J.-M.). — Matériaux pour servir à une bibliographie linnéenne. Part. I, liv. I. Upsala, 1907, 1 vol. in-8.
- KOLLMANN. — Der Schädel von Kleinkems und die Neandertal-Spy-Gruppe. 1 br. in-4.
- DE LASTEYRIE et VIDIER. — Bibliographie des travaux historiques et archéologiques publiés par les sociétés savantes de la France. T. V, 1^{re} et 2^e livr. Paris, 1905-1906, 2 vol. in-4.
Bibliographie annuelle... 1903-1904. Paris, 1906, 1 vol. in-4.
- MIEG (Mathieu). — Zwei neue, in der Umgegend von Kleinkems (Baden) und Sierentz (Ober-Elsass) entdeckte neolitische Stationen. 1 br. in-4.
- MILNE-EDWARDS et PERRIER. — Expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman*. Annélides et Géphyriens, etc. Paris, 1906, 1 vol. in-folio.
- NICKLÈS et JOLY. — Sur la tectonique des terrains secondaires du nord de Meurthe-et-Moselle. Paris, 1907, 1 br. in-8.
- NICKLÈS et JOLY. — Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle. Paris, 1 br. in-4.
- NICOLAS (Dr Ad.). — Note présentée au congrès de Reims (1907) de l'Association française pour l'avancement des sciences. — La langue internationale au point de vue mnémotechnique. 1 plaq. in-4.
- Résolution de la plus importante question médico-légale, dans une arrestation unilatérale de la police napolitaine. 1 br. in-8.
- RISTON (V.). — Léon Vidal, membre d'honneur de la Société lorraine de photographie, 1833-1906. Malzéville-Nancy, 1906, 1 plaq. in-8.
- SALVI (G.). — Morfologia delle arterie dell' Estremità addominale. Parte I. Sassari, 1907, 1 vol. in-8.
- THOMAS (Ph.). — Essai d'une description géologique de la Tunisie. Paris, 1907, 1 vol. in-8.
- TISSIERE (M.-P.-G.). — Guide du botaniste sur le grand Saint-Bernard. Aigle, 1868, 1 vol. in-18 cart.
- TOWER (W.-L.). — An investigation of evolution in chrysomelid beetles of the genus *Leptotarsa*. Washington, 1906, 1 vol. in-8.
- Transcription des noms propres russes adoptée par l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg (séance du 2/15 décembre 1906). 1 feuille in-4.

SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

Sociétés françaises

- AMIENS. — Société linnéenne du nord de la France.
— Société industrielle.
- ANGERS. — Société d'études scientifiques.
— Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire.
- ARCACHON. — Société scientifique.
- AUTUN. — Société des sciences naturelles.
- BELFORT. — Société belfortaine d'émulation.
- BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs.
— Société d'histoire naturelle du Doubs.
- BÉZIERS. — Société d'études des sciences naturelles.
- BORDEAUX. — Société linnéenne.
— Société des sciences physiques et naturelles.
- BOURG. — Société d'émulation et d'agriculture.
— Société des naturalistes de l'Ain.
- CAEN. — Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres.
— Société linnéenne de Normandie.
- CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire.
- CHARLEVILLE. — Société d'histoire naturelle des Ardennes.
- CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles.
- ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
- ÉVREUX. — Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure.
- GRAY. — Société grayloise d'émulation.
- GUÉRET. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
- HAVRE (Le). — Société géologique de Normandie.
- LANGRES. — Société des sciences naturelles de la Haute-Marne.
- LAVAL. — Mayenne-Sciences.
- LEVALLOIS-PERRET. — Association des naturalistes.
- LILLE. — Société géologique du Nord.
- LYON. — Société linnéenne (Palais des Arts, place des Terreaux).
— Société botanique.
- MACON. — Société d'histoire naturelle.
- MARSEILLE. — Société scientifique industrielle.
— Annales de la Faculté des sciences.

- MONTAUBAN.** — Académie des sciences, lettres et arts de Tarn-et-Garonne.
- MONTBÉLIARD.** — Société d'émulation.
- MONTPELLIER.** — Académie des sciences et lettres (Section des sciences).
- NANCY.** — Académie de Stanislas.
- Société de médecine.
 - Société de géographie de l'Est.
 - Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
 - Société lorraine de photographie.
 - Société industrielle de l'Est.
- NANTES.** — Société des sciences naturelles de l'ouest de la France.
- NIMES.** — Société d'études des sciences naturelles.
- NIORT.** — Société botanique des Deux-Sèvres.
- PARIS.** — Académie des sciences. (A l'Institut, 23, quai de Conti.)
- Association française pour l'avancement des sciences. (28, r. Serpente.)
 - Comité ornithologique international. (61, rue Cuvier.)
 - Laboratoire d'essais du Conservatoire des arts et métiers. (292, rue Saint-Martin.)
 - La Feuille des Jeunes Naturalistes. (35, rue Pierre-Charron.)
 - Muséum d'histoire naturelle. (Jardin des plantes, rue Cuvier.)
 - Bibliothèque universitaire de la Sorbonne. (A la Sorbonne.)
- PERPIGNAN.** — Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
- REIMS.** — Société d'étude des sciences naturelles.
- ROUEN.** — Société des Amis des sciences naturelles.
- SAINT-DIÉ.** — Société philomathique vosgienne.
- TOULOUSE.** — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.
- Université.
 - Société d'histoire naturelle.
- TOURS.** — Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire.
- VERDUN.** — Société philomathique de Verdun.
- VERSAILLES.** — Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.
- VITRY-LE-FRANÇOIS.** — Société des sciences et arts.

Sociétés étrangères

- ACIREALE.** — Accademia di scienze, lettere ed arti degli zelanti.
- ALBUQUERQUE.** — University of New Mexico.
- AMSTERDAM.** — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des sciences).
- ANN ARBOR.** — University of Michigan.
- BALE.** — Naturforschende Gesellschaft.
- BATAVIA.** — Koninklijke natuurkundige vereeniging in Nederl.-Indië.
- BERGEN.** — Bergens museums Aarbog.
- BERLIN.** — Königl.-Preussische Akademie der Wissenschaften.
- BERNE.** — Naturforschende Gesellschaft.
- Schweizerische naturforschende Gesellschaft.

BONN. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

BOSTON (Massachusetts). — American Academy of Arts and Sciences.

BRESLAU. — Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.

BRUNN. — Naturforschender Verein.

BRUXELLES. — Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.

— Société royale de botanique de Belgique.

BUCAREST. — Institut météorologique de Roumanie.

BUENOS-AIRES. — Museo nacional.

BUFFALO. — Society of natural sciences.

CARLSRUHE. — Naturwissenschaftlicher Verein.

CHEMNITZ (Saxe). — Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

CHICAGO. — Field Museum of Natural History.

CINCINNATI. — Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica.

COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.

COLMAR. — Société d'histoire naturelle.

COLUMBUS (Ohio). — Journal de Mycologie de l'Université.

COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskabernes selskabs (Académie royale danoise des sciences).

COSTA-RICA. — Museo nacional de Costa-Rica.

CRACOVIE. — Académie des sciences.

DANZIG. — Naturforschende Gesellschaft.

DAVENPORT. — Academy of natural sciences.

DORPAT. — Université.

FLORENCE. — R. Stazione di entomologia agraria.

FRANCFORT-SUR-ODER. — Naturwissenschaftlicher Verein.

FRAUENFELD. — Thurgauische naturforschende Gesellschaft.

FRIBOURG. — Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau (grand-duché de Bade).

FRIBOURG (Suisse). — Société fribourgeoise des sciences naturelles.

GÈNES. — Società ligustica di scienze naturali e geografiche.

GENÈVE. — Jardin botanique.

— Société de physique et d'histoire naturelle.

GIESSEN. — Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

GÖRLITZ (Silésie). — Naturforschende Gesellschaft.

GOTHENBOURG. — Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles handlingar.

GRANVILLE (Ohio). — Denison scientific Association.

GRATZ. — Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.

HALIFAX. — Institute of natural science.

HAMBOURG-JOHANNEUM. — Wissenschaftlicher Verein.

HARLEM. — Société hollandaise des sciences.

HELSINGFORS. — Vetenskaps-Societetens af Finska (Société des sciences de la Finlande).

— Sällskapet pro Faunä et Florä fennicä (Société pour la faune et la flore de la Finlande).

- HELSINGFORS. — Geografiska föreningen i Finland.
- INSBRUCK. — Ferdinandeum für Tyrol und Vorarlberg.
- KANSAS. — Kansas university quaterly.
- KHARKOFF. — Société des sciences physico-chimiques (Université).
- KIEW. — Société des Naturalistes attachés à l'Université impériale de Saint-Wladimir, à Kiew.
- LAUSANNE. — Société vaudoise des sciences naturelles.
- LEIPZIG. — Königl.-Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.
— Verein für Erdkunde.
- LIÈGE. — Société géologique de Belgique.
— Société royale des sciences.
- LIVERPOOL. — Biological Society.
- LOUVAIN. — Société scientifique de Bruxelles. (11, rue des Récollets.)
- LUCERNE. — Naturforschende Gesellschaft.
- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des sciences naturelles et mathématiques).
— « Fauna », Verein für Luxemburger Naturfreunde.
— Société botanique.
- MADISON. — Wisconsin Academy of sciences, arts and letters.
- MALAGA. — Sociedad de ciencias físicas y naturales.
- MANCHESTER. — Litterary and philosophical Society.
- MANILLE. — Ethnological Survey for the philippines Islands.
- METZ. — Société d'histoire naturelle.
- MEXICO. — Sociedad científica Antonio Alzate. (Palma, 13.)
— Observatoire météorologique de Tacubaya.
- MILWAUKEE. — Wisconsin natural history Society.
- MONTEVIDEO. — Museo nacional.
- MOSCOU. — Société impériale des naturalistes.
- MUNICH. — Bayerische botanische Gesellschaft.
- MUNSTER. — Westfälischer Provinzial Verein für Wissenschaft und Kunst.
- NAPLES. — Accademia reale di scienze morali e politiche.
— Società di naturalisti.
— Annali di Neurologia.
- NEUCHÂTEL. — Société des sciences naturelles (Suisse).
— Société neuchâteloise de géographie.
- NEW-YORK. — Academy of sciences.
— New-York public library.
- OBERLIN (Ohio). — The quaterly journal of ornithology.
- OFFENBACH. — Verein für Naturkunde in Offenbach am Main.
- OSNABRUCK. — Wissenschaftlicher Verein.
- PHILADELPHIE. — Academy of natural sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
- PISE. — Società toscana di scienze naturali.
- PORTICI. — Annali della Regia scuola superiori di agricoltura.
- PORTO. — Academia polytechnica.
- PRAGUE. — Königl.-Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag.
— Societas entomologica Bohemiæ.
- PRESBOURG. — Verein für Natur- und Heilkunde.

RIO-DE-JANEIRO. — Observatoire astronomique et météorologique.

— Museo Nacional.

ROME. — Accademia reale dei Lincei.

SAINT-GALL. — Sankt-Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.

SAINT-LOUIS (Missouri) — Academy of sciences.

— Missouri botanical Garden.

SAINT-PÉTERSBOURG. — Académie impériale des sciences.

— Comité géologique (Institut des Mines).

— Institut de médecine expérimentale.

SAN-FRANCISCO. — Academy of sciences of California.

SASSARI. — Studi Sassari.

SION (Suisse). — Société Murithienne du Valais.

STOCKHOLM. — Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens (Académie royale suédoise des sciences).

TOLUCA (Mexique). — Service météorologique de l'État de Mexico.

TROÏTNOSSOWSK-KIACHTA. — Société impériale russe de géographie (Sibérie occidentale).

UPSAL. — Regia societas scientiarum Upsaliensis.

URBANA (Illinois). — State laboratory of natural history.

VIENNE. — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien (mathemat. u. wissenschaftliche Abt.).

— Kaiserl.-Königl. naturhistorisches Hofmuseum.

— Kaiserl.-Königl. zoologische und botanische Gesellschaft.

WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.

— Bureau of Ethnology.

— Experiment station record (secretary of agriculture).

WIESBADEN. — Nassauischer Verein für Naturkunde.

WINTERTHUR. — Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

ZAGRA. — Societas historico-naturalis croatica.

ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft.

TABLE DES MATIÈRES

ANNÉE 1907 — SÉRIE III, TOME VIII, FASCICULES I, II, III

	Pages
Bureau et conseil d'administration.	v
Liste des membres de la Société.	v
 I — PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES	 xi
 II — MÉMOIRES ORIGINAUX	
La véritable nature des <i>Frontaldrüsen</i> des Caprellides, par M. L. BRUNTZ.	1
Sur l'existence de formations lymphoïdes globuligènes chez les Gammarides, par M. L. BRUNTZ.	4
Sur l'existence d'organes globuligènes chez les Isopodes, par M. L. BRUNTZ.	6
Sur quelques primevères et androsaces chinoises, par M. PETITMENGIN.	8
Esquisse de la structure du Géanticlinal vosgien et du Géosynclinal lorrain, par E. NOËL.	20
Recherches sur la valeur comparative de divers produits destinés à assurer la conservation des bois, par M. E. HENRY	42
Grefte animale chez un coq domestique, par C. BRUNOTTE, professeur à l'Université de Nancy, École supérieure de pharmacie.	140
Sur deux nouveaux hybrides et quelques nouvelles contributions à la flore lorraine, par M. PETITMENGIN.	145
Étude des plantes vasculaires récoltées en Grèce (1904), par R. MAIRE et PETITMENGIN.	149
Dessins représentatifs sur os de la station néolithique du canton Wal-lis, aux environs de Kleinkems (Bade), par M. Mathieu MIEG.	193
Note sur l'usure des corps ronds et en particulier des galets, par E. NOËL.	197
Recherche de l'acide citrique, par G. FAVREL.	240

	Pages
L'usage du baromètre pour l'étude des régions faiblement plissées, par Henry JOLY	242
Des passages de Mercure sur le soleil. Le passage du 14 novembre 1907, par G. FLOQUET	253
Observations nouvelles, faites dans les landes de Gascogne et aux Indes, sur le niveau de l'eau souterraine sous bois et hors bois, décrites par M. HENRY	276
Quelques nouveautés botaniques du Queyras (Hautes-Alpes), par M. PETITMENGIN	280
La flore du vallon de Saint-Fiacre, par M. Paul VUILLEMIN	285
Contribution à l'étude des Muscinées de la Grèce, par A. COPPEY.	293
Le champignon de l'écorce du sapin, <i>Phoma abietina</i> R. Hart. (<i>Fusicoc- coccum abietinum</i> Pr. et Del.) en 1907, dans le haut Jura, par M. E. HENRY	361
Le nombre des pétales chez le <i>Phlox subulata</i> L., par M. Paul VUIL- LEMIN.	379
Nécrologie. — M. Lucien Boppe	250
Nécrologie. — M. le professeur Schlagdenhauffen, par M. GODFRUN	272
Ouvrages reçus par la Société pendant l'année 1907.	405
Sociétés correspondantes.	412

1751

1.5

2
50-
44



